

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 697 699**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **92 13511**

⑤1 Int Cl⁸ : H 04 B 7/15, H 04 N 5/44

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 05.11.92.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 06.05.94 Bulletin 94/18.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : FRANCE TELECOM (Etablissement
Autonome de Droit Public) — FR et TELEDIFFUSION
DE FRANCE (S.A.) (Société Anonyme) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Sueur Bertrand, Le Floch Bernard,
Rivière Marc et Bernard Philippe.

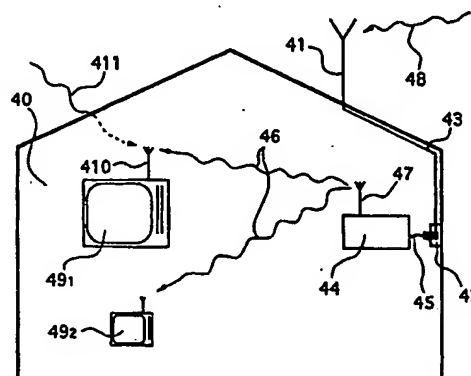
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Vidon Patrice.

⑤4 Dispositif de réamplification d'un signal radiofréquence, notamment pour des applications domestiques, et systèmes de réception correspondant.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de réamplification (44), du type comprenant des moyens (41) de réception d'un signal d'entrée (48), des moyens de réamplification et des moyens (47) de réémission d'un signal de sortie réamplifié (46) vers au moins un récepteur (49₁, 49₂), ledit signal d'entrée étant constitué d'au moins deux canaux distincts, chacun desdits canaux correspondant à une bande de fréquence distincte, ledit dispositif (44) comprenant de plus des moyens de filtrage, lesdits moyens de filtrage présentant une bande passante correspondant sensiblement à au moins une desdites bandes de fréquence du signal d'entrée, de façon que ledit signal de sortie (46) soit constitué d'au moins un canal extrait parmi lesdits canaux constituant ledit signal d'entrée (48).

De cette façon, plusieurs récepteurs peuvent être alimentés sans connexion filaire à une antenne. De plus, la puissance nécessaire pour la réamplification est restreinte, seuls les canaux utiles étant réémis.



1

Dispositif de réamplification d'un signal radiofréquence, notamment pour des applications domestiques, et système de réception correspondant.

Le domaine de l'invention est celui de la réception de signaux numériques. Plus précisément, l'invention concerne la réception et la restitution de signaux dans des récepteurs autonomes, c'est-à-dire non raccordés physiquement à une antenne de réception indépendante ou à un réseau câblé de diffusion.

L'invention s'applique notamment à la réception de signaux d'images ou de sons, mais peut également trouver de nombreuses autres applications dans la réception de tout type de signaux de données. Un domaine d'application particulier de l'invention est celui de la réception domestique, à l'intérieur des maisons et des appartements.

Dans les systèmes de télévision analogiques actuellement mis en oeuvre, les récepteurs domestiques sont généralement reliés à une prise d'antenne murale, par l'intermédiaire d'un câble d'antenne coaxial. Ce lien physique entre le récepteur et une prise d'antenne présente plusieurs inconvénients.

Tout d'abord, il limite les possibilités de déplacement du récepteur. Cet inconvénient est parfois mineur, par exemple lorsqu'il s'agit d'un récepteur de grande taille, ayant vocation à rester en permanence en un emplacement déterminé. Toutefois, du fait que cet emplacement est décidé lors de la construction de l'habitation, par l'emplacement de la prise d'antenne, l'aménagement complet de la pièce est généralement plus ou moins imposé par l'emplacement du téléviseur, et toute modification de cet aménagement est difficile.

De plus, notamment dans le cas des récepteurs de petite ou de moyenne taille, l'utilisateur souhaite généralement pouvoir aisément déplacer son récepteur, par exemple de la cuisine dans le salon, puis du salon dans la chambre à coucher...

Il doit alors soit dérouler derrière son récepteur des longueurs importantes de câble d'antenne (dans lesquelles il viendra ensuite se prendre les pieds, débranchant ainsi le câble...), soit équiper son habitat d'un nombre important de prises d'antennes, auxquelles il devra systématiquement venir se rebrancher, à chaque déplacement. De plus, dans ce dernier cas, la réception est interrompue pendant le déplacement.

Par ailleurs, la présence de ce câble d'antenne est souvent particulièrement inesthétique (qu'il soit plus ou moins tendu entre le mur et le récepteur, ou qu'il soit roulé derrière le récepteur), alors que les architectes font toujours plus de recherches pour améliorer l'esthétique des récepteurs et des habitations. De plus, ce câble gêne considérablement la ménagère, en particulier lorsqu'elle veut passer le balai ou l'aspirateur (l'opération se terminant généralement par le débranchement de l'antenne).

On connaît par ailleurs des récepteurs de télévision dits portables ou portatifs, qui sont équipés d'une antenne de réception intégrée. En théorie, de tels récepteurs pallient les différents inconvénients dus à la présence du câble d'antenne. Ils peuvent notamment être aisément déplacés d'un point à un autre. Toutefois, dans la pratique, cette antenne intégrée s'avère insuffisante, et l'image restituée est le plus souvent de très mauvaise qualité (lorsqu'elle est restituée).

En effet, les signaux transmis par les émetteurs pénètrent en général difficilement à l'intérieur des habitations, en particulier à cause des nombreux obstacles à la propagation des ondes (murs, surfaces vitrées,...) et des structures métalliques (armatures des murs, huisseries,...) qui peuvent former des cages de Faraday. En conséquence, le signal reçu est très faible, et l'image correspondante est mauvaise, trouble, perturbée par des effets de neige ou d'images fantômes.

Au mieux, il est parfois possible de trouver un emplacement particulier où la qualité de l'image n'est pas trop mauvaise. Dans ce cas, l'utilisateur laissera son récepteur en cet emplacement particulier, perdant bien sûr ainsi tous les avantages liés à la portabilité de ce récepteur. De plus, généralement, cette image de qualité moyenne n'est obtenue qu'après un réglage long et fastidieux de la position des éléments de l'antenne. Le moindre changement de la position du récepteur, de même que tout changement de chaîne, impose un nouveau réglage des éléments de l'antenne.

Ainsi, à l'intérieur des habitations, l'utilisation des récepteurs à antenne intégrée est très mal aisée, et fournit généralement une image de mauvaise qualité. Dans la pratique d'ailleurs, l'utilisateur finit la plupart du temps par connecter son

récepteur portable à une prise d'antenne, pour pallier ces divers inconvénients. Il récupère alors, en revanche, tous les inconvénients déjà discutés plus haut pour les récepteurs fixes.

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces différents inconvénients de l'état de la technique, dans le cadre des systèmes de diffusion numérique actuellement en cours de développement.

Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir un système permettant la réception de signaux numériques, dans lequel aucun raccordement physique entre un récepteur et une prise d'antenne, ou tout autre point d'injection d'un signal, tel qu'un point de connexion à un réseau de distribution câblé, n'est nécessaire.

En d'autres termes, l'invention a pour objectif de fournir un système de réception dans lequel un système peut être reçu et restitué dans un récepteur avec une bonne qualité, sans raccordement physique, et dans lequel le récepteur peut être déplacé et installé en tout emplacement, sans perturbations de la qualité du signal restitué.

En particulier, un objectif de l'invention est de fournir un tel système, destiné à la réception de signaux d'images et/ou de sons numériques.

Le principe général de l'invention, permettant d'atteindre ces objectifs, repose sur la transposition et l'adaptation au domaine domestique de la technique de réémission cocanal, habituellement mise en oeuvre pour faire disparaître les zones d'ombre dans la couverture d'un émetteur principal.

La technique de réémission cocanal (plus souvent désignée par le terme anglo-saxon "gap-filling") est par exemple décrite dans le document "La convergence des principes de diffusion par satellite et par voie de terre pour les émissions audionumériques destinées à des récepteurs mobiles et portatifs" (RATLIFF, POMMIER, MEIER-ENGELN ; Revue de l'UER, n° 241-242, juin/août 1990, pp.3 à 15), dans lequel elle est dénommée technique "à émetteurs intercalaires", ou "à échos actifs".

Un réémetteur cocanal (ou émetteur intercalaire) est un dispositif

comprenant une antenne de réception, placée en dehors d'une zone d'ombre, des moyens de réamplification du signal reçu par l'antenne de réception, et des moyens de réémission sur la même fréquence du signal réamplifié, en direction de la zone d'ombre. Cette technique permet notamment d'obtenir une couverture homogène, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter le nombre des émetteurs principaux ni leur puissance.

Bien sûr, cette technique de réémission cocanal (c'est-à-dire de réémission à la même fréquence que celle du signal reçu) ne peut s'appliquer que dans le cas des systèmes de transmission de signaux numériques capables de fonctionner en présence d'échos, voire de tirer parti de ces phénomènes d'échos pour reconstruire le signal source émis dans les récepteurs.

En effet, dans certaines zones, les signaux émis par l'émetteur principal peuvent se combiner avec les signaux réémis à la même fréquence par le réémetteur cocanal. Dans ce cas, ces différents signaux constituent des "échos artificiels", ou "échos actifs", qui sont interprétés par les récepteurs comme des échos naturels (dès lors que ces récepteurs sont capables de fonctionner en présence d'échos).

A titre d'exemple, le système de transmission dans lequel est mise en oeuvre l'invention peut être du type du système de diffusion numérique décrit notamment dans le brevet français FR-86 09622 déposé le 2 juillet 1986 et dans le document "Principes de modulation et de codage canal en radiodiffusion numérique vers les mobiles" (M. Alard et R. Lassalle ; Revue de l'U.E.R., n° 224, août 1987, pp. 168-190), et connu sous le nom de système COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex (multiplexage de fréquences orthogonales codées)).

Ce système COFDM a notamment été développé dans le cadre du projet européen DAB (Digital Audio Broadcasting (diffusion audionumérique)). Il est également candidat à la normalisation pour la diffusion terrestre de la télévision numérique.

La transposition de la technique de réémission cocanal au domaine domestique, objet de l'invention, consiste donc, dans son principe, à équiper

l'habitat domestique de moyens de réamplification et de réémission vers des récepteurs équipés d'une antenne intégrée. Le dispositif de réamplification domestique peut par exemple être connecté à une prise d'antenne, présente dans tous les domiciles.

5 Ainsi, le signal réémis est reçu dans de bonnes conditions par les récepteurs. En effet, la transmission se fait à l'intérieur des pièces, et n'est donc pas perturbée par les différents obstacles à la propagation que constitue l'habitat. Par ailleurs, les récepteurs peuvent être aisément déplacés et installés en tout lieu, sans le handicap que constitue le câble d'antenne.

10 Il est à noter que cette transposition de la technique de réémission au domaine de la réception domestique n'est nullement évidente. En effet, si le fait de rajouter un émetteur ou un réémetteur pour couvrir une zone géographique occultée relève d'une démarche classique pour l'homme du métier du domaine de la diffusion de signaux, ce n'est en revanche pas le cas pour l'homme du métier de
15 la réception de signaux.

En effet, classiquement, celui-ci est un spécialiste des antennes de réception. Il considère généralement que l'amélioration de la réception domestique repose sur l'augmentation de la taille ou de l'efficacité des antennes, et éventuellement sur l'amélioration des opérations de traitement du signal après réception.

20 L'approche de l'invention est tout à fait différente. Elle ne vise pas à améliorer les moyens de réception (au contraire, ceux-ci pourront éventuellement voir leur taille réduite) mais à renforcer la puissance du signal susceptible d'être reçu.

25 Par ailleurs, cette transposition n'est pas suffisante en elle-même. Au contraire, elle nécessite plusieurs adaptations non évidentes pour pouvoir être mise en oeuvre de façon efficace.

30 En effet, tout d'abord, les réémetteurs cocanaux sont des dispositifs très encombrants et très onéreux, incluant une antenne de réception, un réamplificateur de forte puissance et une antenne d'émission. Clairement, de tels dispositifs ne peuvent pas être directement installés dans un domicile particulier.

De plus, l'émission d'ondes hertziennes à l'intérieur d'un domicile selon le principe des réémetteurs cocanaux peut poser de nombreux problèmes, pour la plupart encore mal maîtrisés. En effet, la réémission directe du signal reçu réamplifié entraîne une importante "pollution" du spectre radiofréquence dans l'habitat.

Cette "pollution" peut provoquer des interférences ou des perturbations d'autres signaux hertziens présents dans l'habitat, et correspondant par exemple à un autre signal diffusé venu de l'extérieur, ou à un signal généré en interne, tel que des signaux de contrôle ou de commande de divers appareils. Ces signaux peuvent alors être rendus non interprétables, du fait de la "pollution" hertzienne. Ce problème s'avérera sans doute crucial avec le développement de la domotique, dont la plupart des applications nécessitent des échanges de signaux. De plus, cette "pollution" n'est pas seulement néfaste pour l'habitat concerné, mais également pour les domiciles voisins, qui risquent de recevoir une partie des ondes émises.

L'invention a également pour objectif de pallier ces différents inconvénients.

Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir un dispositif de réamplification domestique limitant et contrôlant la quantité d'ondes hertziennes émises dans l'habitat, de façon à limiter la pollution du spectre radiofréquence.

Un objectif particulier de l'invention est également de fournir un tel dispositif, permettant l'utilisation aisée de récepteurs nomades, susceptibles d'être utilisés en tout lieu et en mouvement.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un tel dispositif, qui soit compatible avec une application grand public. Ainsi, l'invention a pour objectif de fournir un tel dispositif remplissant notamment les conditions suivantes :

- faible encombrement ;
- faible coût de revient ;
- facilité d'installation ;
- facilité d'utilisation.

L'invention a également pour objectif de fournir un tel dispositif qui ne

nécessite aucune modification ni du signal émis (c'est-à-dire des émetteurs), ni des récepteurs. En d'autres termes, le dispositif de l'invention doit être optionnel. En particulier, un récepteur doit pouvoir fonctionner alternativement en présence de ce dispositif ou hors de sa présence (par exemple en extérieur, ou en étant relié à une prise d'antenne par un câble classique).

Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints selon l'invention à l'aide d'un dispositif de réamplification, du type comprenant des moyens de réception d'un signal d'entrée, des moyens de réamplification et des moyens de réémission d'un signal de sortie réamplifié vers au moins un récepteur, ledit signal d'entrée étant constitué d'au moins deux canaux distincts, chacun desdits canaux correspondant à une bande de fréquence distincte, ledit dispositif de réamplification comprenant de plus des moyens de filtrage, lesdits moyens de filtrage présentant une bande passante correspondant sensiblement à au moins une desdites bandes de fréquence du signal d'entrée, de façon que ledit signal de sortie soit constitué d'au moins un canal extrait parmi lesdits canaux constituant ledit signal d'entrée.

Ainsi, le signal réémis est strictement limité au signal utile. Par exemple, si le signal d'entrée reçu comprend N canaux et si le signal de sortie comprend un unique canal, la limitation de la bande de fréquence réémise est de l'ordre de $(N-1)/N$. Cela représente donc une limitation très importante de la pollution du spectre radiofréquence, en particulier lorsque N est de l'ordre de quelques dizaines. Bien sûr, l'invention n'est pas limitée au cas où un seul canal est réémis. En effet, dans certains dispositifs de réamplification, plusieurs canaux distincts peuvent être filtrés dans le signal reçu et réémis, en fonction des besoins (par exemple pour distribuer des signaux distincts vers plusieurs récepteurs).

De façon avantageuse, le dispositif de l'invention comprend des moyens de contrôle de ladite bande passante desdits moyens de filtrage.

Cette caractéristique est avantageuse, notamment dans l'optique d'une diffusion grand public d'un tel dispositif. En effet, il doit pouvoir fonctionner en tout lieu géographique, c'est-à-dire quelle que soit l'allocation des fréquences en

vigueur dans un lieu donné. Par ailleurs, cette allocation des fréquences peut varier dans le temps, et il est souhaitable que le réamplificateur puisse s'adapter à ces variations, à peine de devenir obsolète.

5 De plus, l'utilisateur du réamplificateur peut souhaiter recevoir sélectivement l'un ou l'autre des canaux, en fonction de ses besoins, soit que son récepteur puisse recevoir alternativement plusieurs canaux, soit qu'il dispose de plusieurs récepteurs susceptibles de recevoir chacun des canaux distincts (par exemple un récepteur de télévision et un récepteur de signaux sonores).

10 Pour ce faire, les moyens de contrôle comprennent avantageusement des moyens de programmation de la bande passante desdits moyens de filtrage, de façon que ladite bande passante correspondent sensiblement à au moins une desdites bandes de fréquence du signal d'entrée.

15 De façon préférentielle, lesdits moyens de programmation comprennent des moyens de stockage d'au moins deux bandes passantes distinctes, et lesdits moyens de contrôle comprennent des moyens de sélection d'au moins une desdites bandes passantes stockées, lesdits moyens de sélection agissant en fonction d'une commande de sélection extérieure.

Il est donc également avantageux que la fonction de transfert des moyens de filtrage soit ajustable.

20 Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, lesdits moyens de filtrage comprennent au moins un filtre accordable, l'accord dudit filtre accordable étant contrôlé par lesdits moyens de contrôle.

De cette façon, la souplesse de réglage est très grande.

25 Selon un autre mode de réalisation, lesdits moyens de filtrage comprennent des moyens pour filtrer sélectivement au moins deux canaux distincts parmi lesdits canaux constituant ledit signal d'entrée.

Avantageusement, lesdits moyens de filtrage comprennent au moins deux filtres, chacun desdits filtres assurant le filtrage d'un canal distinct.

30 Dans ce cas, chacun desdits filtres peut être sélectivement actionnable, en fonction de ladite commande de sélection.

Préférentiellement, ladite commande de sélection extérieure est générée par des moyens de télécommande.

Ainsi, la sélection des canaux est particulièrement simplifiée. Aucune action directe sur le dispositif de réamplification n'est nécessaire.

5 Pour une plus grande simplification encore, il est avantageux que lesdits moyens de télécommande génère une commande de sélection contrôlant simultanément ledit dispositif de réamplification et au moins un récepteur.

10 Dans ce cas, le contrôle du réamplificateur est complètement transparent pour l'utilisateur. En effet, il agit de façon classique sur son récepteur, à l'aide de sa télécommande, pour sélectionner un canal. Dans le même temps, la télécommande émet également un signal de commande vers le dispositif de réamplification. Il peut soit s'agir du même signal, notamment dans le cas où le récepteur, la télécommande et le réamplificateur font partie du même système, commercialisé comme un tout, soit de deux signaux, adaptés respectivement au récepteur et au
15 réamplificateur.

Selon un autre mode de réalisation particulier, lesdits moyens de télécommande sont intégrés dans un desdits récepteurs, de façon que ledit récepteur contrôle ledit dispositif de réamplification en fonction d'une sélection de canal préalable effectuée par un utilisateur, au niveau du récepteur.

20 Dans ce cas, la télécommande de l'utilisateur est classique. Elle ne contrôle que le récepteur. Celui-ci comprend en revanche ses propres moyens de télécommande, qui contrôle le réamplificateur.

Selon l'invention, les moyens de filtrage peuvent être placés indifféremment en aval et/ou en amont des moyens de réamplification.

25 Ainsi, dans un premier mode de réalisation, lesdits moyens de filtrage comprennent des moyens de filtrage aval, insérés entre lesdits moyens de réamplification et lesdits moyens de réémission. Dans ce cas, les moyens de filtrage filtrent non seulement les canaux inutiles, mais également les éventuelles perturbations introduites par les moyens de réamplification.

30 Dans un second mode de réalisation particulier, lesdits moyens de filtrage

comprennent des moyens de filtrage amont, insérés entre lesdits moyens de réception et lesdits moyens de réamplification. Ainsi, les moyens de réamplification n'amplifient que le signal utile, ce qui permet de limiter leur puissance.

5 Enfin, dans un troisième mode de réalisation avantageux, ledit dispositif comprend des moyens de filtrage aval et des moyens de filtrage amont, qui sont préférentiellement identiques et contrôlés par un signal de contrôle unique délivré par lesdits moyens de contrôle. Les avantages des deux premiers modes de réalisation sont alors réunis.

10 Selon un mode de réalisation particulier, lesdits moyens de réamplification présente un gain d'amplification de l'ordre de 20 à 50 dB, voire moins. Plus généralement, ce gain est déterminé de façon que le réamplificateur couvre l'espace voulu (par exemple la totalité d'une habitation). Eventuellement, il peut être ajustable, en fonction des besoins.

15 Par ailleurs, lesdits moyens de réception d'un signal d'entrée peuvent notamment être connectés à au moins un des moyens appartenant au groupe comprenant :

- un réseau câblé de diffusion ;
- une antenne extérieure ;
- une antenne intégrée.

20 L'invention s'applique à la réception de tout type de signaux numériques susceptibles d'être reçus en présence d'échos.

Ainsi, certains desdits canaux peuvent avantageusement porter un signal constitué d'une pluralité de fréquences porteuses orthogonales, chacune desdites fréquences porteuses étant sélectivement modulée par une série distincte d'éléments
25 de données extraits dans une séquence d'éléments de données représentative d'un signal numérique source.

En particulier, il peut s'agir avantageusement d'un signal COFDM.

30 Enfin, l'invention ne se limite pas uniquement au dispositif de réamplification en lui-même, mais concerne également le système de réception formé par au moins un récepteur et au moins un dispositif de réamplification.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante de plusieurs modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés dans lesquels :

- 5 - la figure 1 est un schéma synoptique global d'un système de diffusion de signaux COFDM de type connu ;
- la figure 2 illustre la structure du signal transmis dans le système de diffusion de la figure 1 ;
- la figure 3 est un exemple schématique d'un réseau de diffusion monofréquence à réémetteur cocanal, dans lequel les récepteurs
10 sont susceptibles de recevoir des signaux émis par plusieurs sources;
- la figure 4 illustre le principe général de l'invention, selon laquelle un réamplificateur réémet un signal vers au moins un récepteur ;
- les figures 5 à 7 sont les schémas synoptiques de trois modes de
15 réalisation possibles du réamplificateur de la figure 4, correspondant respectivement à un réamplificateur à filtrage amont, à un réamplificateur à filtrage aval et à un réamplificateur à filtrage aval et amont ;
- les figures 8A à 8D illustrent quatre configurations possibles pour
20 le fonctionnement des systèmes formés par les récepteurs et les réamplificateurs ;
- la figure 9 présente un schéma synoptique du module de contrôle des figures 5 à 7 ;
- la figure 10 est un exemple d'un module de filtrage des figures 5 à
25 7 ;
- la figure 11 présente un exemple d'un signal d'entrée et d'un signal de sortie tels qu'ils peuvent être reçu et émis respectivement par le réamplificateur de la figure 4.

30 Avant de présenter en détail plusieurs modes de réalisation préférentiels de l'invention, on rappelle tout d'abord ci-dessous les caractéristiques principales

du système de diffusion COFDM, auquel s'applique avantageusement l'invention.

Il est à noter, cependant, que l'invention ne se limite en aucun cas à ce système de diffusion particulier, présenté seulement à titre d'exemple, mais peut au contraire s'appliquer à tous les systèmes de diffusion capables de fonctionner en présence d'échos.

La figure 1 est donc un schéma synoptique d'une chaîne d'émission et de réception d'un système mettant en oeuvre la technique COFDM. Les caractéristiques de ce système de diffusion sont notamment décrites dans l'article "Principes de modulation et de codage canal en radiodiffusion numérique vers les mobiles" déjà cité.

Le système de diffusion numérique COFDM est basé sur l'utilisation conjointe d'un dispositif de codage de canal et d'un procédé de modulation par multiplexage de fréquences orthogonales.

Le codage canal met en oeuvre un code convolutif.

Le procédé de modulation proprement dit de ce système connu permet de s'affranchir des problèmes liés à la sélectivité en fréquence du canal. Il consiste à assurer la répartition d'éléments numériques constitutifs du signal de données dans l'espace fréquence-temps et à émettre simultanément des jeux d'éléments numériques sur une pluralité de voies de diffusion parallèles au moyen d'un multiplex de fréquences utilisant des porteuses orthogonales. En particulier, ce type de modulation permet d'éviter que deux éléments successifs du train de données soient émis à la même fréquence.

Ainsi, les données numériques source 11 à transmettre sont soumises à un codage convolutif 12. Le principe général d'un tel code est d'associer à chaque valeur source une valeur codée dépendant de cette valeur source et d'au moins une des valeurs qui la précède. Du fait du lien ainsi créé entre les valeurs codées, il est alors possible, au décodage, de reconstruire la séquence des valeurs source même lorsqu'une valeur codée reçue est fautive, à l'aide d'un décodage à maximum de vraisemblance, tel qu'un décodage de Viterbi à décision douce (c'est-à-dire un décodage délivrant une estimation de la valeur reçue et une pondération

représentative de la confiance que l'on peut accorder à cette estimation).

Avantageusement, un code externe du type Reed-Solomon ou CSRS (Cyclotomatically Shortened Reed Solomon (code de Reed Solomon cyclotomiquement raccourci)) peut être concaténé au code convolutif.

5 Les données source peuvent bien sûr être de tout type, qu'il s'agisse de signaux sonores, de signaux d'images ou de signaux de données. Elles peuvent de plus correspondre à plusieurs sources d'origines distinctes, émises simultanément. Ainsi, par exemple, la demande de brevet FR 90 16383 déposée le 19.12.1990 au nom des mêmes déposants propose une organisation des données en trames et en
10 canaux permettant d'assurer notamment la transmission simultanée de plusieurs canaux sonores (correspondant par exemple aux canaux stéréophoniques de plusieurs stations de radio), d'images fixes ou animées, d'informations de type télétexte, de signaux de radiomessagerie, etc...

Comme on l'a déjà précisé, le système COFDM repose sur l'utilisation
15 simultanée d'une pluralité de fréquences porteuses émises simultanément. Le nombre N de porteuses peut être quelconque. Il est classiquement de l'ordre de quelques centaines (il pourrait également être de l'ordre de quelques unités). Chacune de ces porteuses est modulée à un faible débit (par rapport au débit nécessaire pour un système monoporteuse correspondant). Cela permet de réduire
20 l'effet de sélectivité du canal.

Le signal global émis est donc un signal large bande (occupant par exemple une bande de quelques Mégahertz). Il est à noter que le signal COFDM dont il est question ici correspond à un canal fréquentiel du signal d'entrée selon l'invention. En d'autres termes, le signal d'entrée correspond à un multiplex fréquentiel
25 constitué de plusieurs signaux COFDM (et éventuellement d'autres types de signaux numériques et/ou analogiques).

La bande large de ces signaux est un avantage, dans le cas de systèmes conçus pour tirer parti des trajets multiples, tel que le COFDM. En effet, du fait de l'étalement de la réponse du canal de transmission, il est très improbable qu'un
30 évanouissement profond affecte simultanément l'ensemble du signal.

A titre d'exemple, dans une bande de fréquence de 8 Mhz, on peut définir 512 fréquences porteuses séparées de 15 625 Hz. Parmi celles-ci 448 sont utilisables, après élimination de la fréquence centrale du spectre et des porteuses latérales (1/8e du spectre) pour tenir compte des contraintes de filtrage.

5 Dans ce système COFDM, et contrairement aux méthodes classiques de multiplexage en fréquence, les spectres des différentes porteuses se recouvrent mutuellement. Toutefois, le signal complet vérifie certaines conditions d'orthogonalité, permettant la séparation des informations associées aux différentes porteuses, par exemple en utilisant la technique de la transformation de Fourier (ainsi que
10 cela est précisé plus loin). En d'autres termes, la notion d'orthogonalité des fréquences porteuses sous-entend que les spectres des porteuses peuvent se chevaucher, à la condition que, lorsque un des spectres présente sa puissance maximale, c'est-à-dire à la fréquence précise de la porteuse correspondant à ce spectre, tous les autres spectres ont une puissance nulle. Le décodage n'est donc pas
15 perturbé si l'on considère cette fréquence précise.

L'interférence intersymbole introduite notamment par les trajets multiples lors de la transmission peut affaiblir cette orthogonalité. Pour éviter ce problème, on insère un intervalle de garde (pendant lequel aucun décodage n'est effectué) entre chaque symbole émis. La durée de cet intervalle de garde est choisie
20 supérieure à l'étalement de la réponse impulsionnelle du canal.

Le module de codage 12 délivre des éléments de données codées C_k 13 appartenant à un alphabet de modulation. Le choix de l'alphabet spécifie le type de modulation utilisé. Par exemple, pour une modulation à 4 états de phase (MDP4), l'alphabet utilisé est $\{1 + i, 1 - i, -1 + i, -1 - i\}$. De nombreux autres types
25 de modulation peuvent être utilisés, tels que les modulations MDP8, 16QAM ou les modulations par codage en treillis selon la méthode d'Ungerboeck.

Les éléments de données codés 13 sont ensuite soumis à une opération 14 de répartition dans l'espace fréquence-temps, qui consiste à associer à chacune des fréquences porteuses des éléments de données sélectionnés dans la suite des
30 données codées 13 de façon à briser, par brassage, la corrélation des distorsions

subies par les échantillons transmis. Par espace temps-fréquence, on entend un ensemble de points répartis selon deux axes perpendiculaires, l'axe du temps et l'axe des fréquences. Selon l'axe des fréquences, on distingue autant de points qu'il y a de fréquences porteuses. Selon l'axe du temps, un point correspond à la durée d'un symbole.

Par exemple, cette répartition assure au minimum que deux données source successives ne soient pas transmises consécutivement et/ou sur une même fréquence porteuse. Plus généralement, l'éloignement dans l'espace temps-fréquence entre deux données codées successives est au minimum tel que l'indépendance statistique entre ces données soit assurée.

Dans la pratique, cette répartition 14 dans l'espace temps-fréquence peut correspondre à un entrelacement en temps 14_A consistant par exemple en une application sélective de retards de différentes durées, suivi d'un entrelacement en fréquences 14_B, consistant en une affectation sélective des éléments de données retardés aux différentes porteuses.

Chaque fréquence porteuse est ensuite modulée par la séquence d'éléments de données C_k qui lui est destinée après l'entrelacement en temps et en fréquence 14. Cette opération de modulation peut être effectuée par l'application d'une transformation de Fourier rapide inverse (FFT^{-1}) 16 sur la suite 15 d'éléments de données entrelacés délivrée par le module 14.

Le module de transformation inverse 16 délivre des symboles élémentaires de modulation 17 correspondant à la modulation simultanée des N fréquences porteuses et destinés chacun à être transmis pendant l'intervalle de temps $T_s = t_s + \Delta$, où t_s est la durée du symbole "utile", sur laquelle portera la démodulation et où Δ représente la durée de l'intervalle de garde (par exemple : $\Delta = T_s / 4$).

Ces symboles 17 sont ensuite émis, de façon classique, à l'aide d'un module d'émission 18 classique, qui effectue notamment la conversion numérique/analogique des symboles 17, puis une transposition du signal analogique correspondant dans le domaine des radiofréquences.

Chaque symbole émis $x(t)$ peut s'écrire :

$$x(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \operatorname{Re} (C_k \cdot e^{2i\pi f_k t}) \quad \text{pour } t \in [0, T_s]$$

où $f_k = f_0 + k/t_s$

- 5 et avec : N : nombre de porteuses du multiplex de porteuses orthogonales ;
 f_0 : fréquence arbitraire ;
 C_k : élément de l'alphabet de modulation.

10 Le signal émis dans un canal de transmission 19 (présentant généralement des trajets multiples) est reçu dans un module de réception 110, également classique.

15 Si l'intervalle de garde est plus long que la réponse impulsionnelle du canal, et si celui-ci varie lentement par rapport à la durée T_s d'un symbole (invariance du canal pendant la durée d'un symbole), chaque symbole reçu (non affecté par l'interférence intersymbole) peut se mettre sous la forme :

$$y(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \operatorname{Re} (H_k \cdot C_k \cdot e^{2i\pi f_k t})$$

où H_k représente la réponse du canal 19 à la fréquence f_k .

20 Dans le module de réception 110, le signal reçu est démodulé sur les voies en phase et en quadrature d'un oscillateur local de transposition à la fréquence $f_0 + 1/(2T)$ et échantillonné par un convertisseur analogique/numérique au rythme de $1/T$, avec $T = t_s/N$.

Le signal 111 obtenu s'écrit :

25

$$x(nT) = (-1)^n \cdot \sum_{k=0}^{N-1} C_k \cdot H_k \cdot e^{2i\pi \frac{nk}{N}} \quad (n = 0 \text{ à } n-1)$$

Ce signal 111 est soumis à une transformation (FFT) 112, symétrique de la transformation inverse 16. Cette transformation 112 délivre les données 113

30 suivantes :

$$H_k \cdot C_k = \sum_{n=0}^{N-1} (-1)^n z(nT) \cdot e^{-2i\pi \frac{nk}{N}} \text{ sur l'ensemble } [(-1)^n z(nT)]_{n=0 \text{ à } N-1}$$

Ces données 113 sont ensuite démodulées (114). La démodulation peut être cohérente ou différentielle. Dans le cas d'une démodulation différentielle 114, et si l'on pose :

$$Y_{j,k} = H_{j,k} \cdot C_{j,k}$$

où l'indice j représente la dimension temporelle, la démodulation consiste à utiliser au rang j un estimateur simplifié du canal déduit du rang $j-1$:

$$\hat{H}_{j,k} = Y_{j-1,k} / C_{j-1,k}$$

On obtient donc les éléments de données estimées $\hat{C}_{j,k} = Y_{j,k} / \hat{H}_{j,k}$.

Ces éléments de données 115 sont ensuite soumis à un module de désentrelacement 116, effectuant les opérations inverses du module 14, de façon à reconstituer l'ordre d'origine des symboles, qui sont ensuite dirigés dans un module de décodage 117, effectuant un décodage à maximum de vraisemblance a posteriori, tel qu'un décodage de Viterbi à décision douce.

En effet, dans la pratique, il apparaît toujours du bruit lors de la transmission des signaux. Le signal reçu doit donc alors s'écrire :

$$Y_{j,k} = H_{j,k} \cdot C_{j,k} + N_{j,k}$$

où $N_{j,k}$ est un bruit gaussien complexe dont chaque composante possède une variance $\sigma_{j,k}^2$.

Le décodage selon le critère de maximum de vraisemblance a posteriori consiste alors à minimiser l'expression :

$$\sum_j \sum_k |Y_{j,k} - H_{j,k} \cdot C_{j,k}|^2 / (2 \cdot \sigma_{j,k}^2)$$

Le module de décodage fournit ainsi, après un éventuel décodage du code concaténé, si un tel code a été mis en oeuvre à l'émission, le signal 118 correspondant au signal source 11.

Dans le système COFDM, les symboles transmis sont avantageusement organisés en trames de symboles. La figure 2 présente, à titre d'exemple, une telle

structure. Plus précisément, la figure 2 illustre une trame constituée de M symboles successifs.

Chaque trame débute avantageusement par trois symboles particuliers S1, S2 et S3 dont le rôle est précisé par la suite. Elle comprend ensuite un certain nombre de symboles utiles S4 à SM, comprenant chacun N porteuses orthogonales modulées 21.

Le symbole S1 est un symbole nul, permettant d'une part d'effectuer une synchronisation analogique, et d'autre part d'effectuer l'analyse spectrale du canal de diffusion. Le symbole S2 est un second symbole de synchronisation constitué par un multiplex non modulé de toutes les fréquences porteuses, à enveloppe sensiblement constante. Il permet de recaler plus précisément la synchronisation par analyse de la réponse impulsionnelle du canal. Le rôle et le mode de réalisation de ces symboles S1 et S2 sont décrits dans le brevet FR 88 15216, déposé le 18.11.88, au nom des mêmes déposants.

Bien sûr, ces symboles de synchronisation ne sont pas obligatoires vis-à-vis de l'invention.

Le symbole S3 est quant à lui un symbole de vobulation, donnant une référence de phase pour la démodulation de chaque porteuse des symboles suivants, lorsque celles-ci sont modulées différenciellement.

Le cas échéant, la trame peut également être découpée en canaux (Ci, Cj) regroupant par exemple un nombre variable de symboles.

Enfin, chaque symbole débute par un intervalle de garde 22, pendant lequel aucun décodage n'est effectué. Il permet de supprimer les pertes d'orthogonalité dues aux interférences intersymboles.

Ainsi qu'on l'a déjà mentionné, le système COFDM est conçu pour fonctionner en présence de trajets multiples. Cette caractéristique avantageuse permet la mise en oeuvre de réseaux de diffusion monofréquences (en ce qui concerne la fréquence d'émission du signal).

La figure 3 illustre, de façon schématique, le principe de tels réseaux monofréquences. Sur cette figure, on a représenté deux émetteurs 31_A et 31_B, ayant

respectivement une couverture géographique 32_A et 32_B . Bien sûr, dans la réalité, le nombre d'émetteurs est beaucoup plus important, et choisi de façon à couvrir un territoire donné.

De façon classique, ces couvertures 32_A et 32_B présentent une zone de recouvrement 33, dans laquelle les signaux émis par les deux émetteurs 31_A et 31_B peuvent être reçus par un récepteur 34. Dans les systèmes de diffusion actuellement mis en oeuvre, il est nécessaire que chaque émetteur ait une fréquence d'émission distincte. Sinon, les deux signaux reçus simultanément par le récepteur 34 se combinent de façon non interprétable.

Au contraire, dans le cas du système COFDM, et plus généralement de tout système capable de fonctionner en présence d'échos, tous les émetteurs peuvent utiliser la même fréquence d'émission. En effet, le récepteur 34 interprète alors les contributions 38_A et 38_B des deux émetteurs 31_A et 31_B reçues sur son antenne 39 comme des échos naturels, dont il sait tirer parti.

Les deux contributions 38_A et 38_B correspondent, selon la terminologie utilisée dans la présente demande, à deux voies d'émission distinctes.

Le principe des réseaux monofréquences revient donc à générer des échos actifs (interprétés comme des échos naturels), à partir d'un ensemble d'émetteurs répartis sur un territoire donné. Outre les avantages évidents qu'apporte cette technique en ce qui concerne notamment l'allocation des ressources (l'attribution d'une fréquence d'émission unique suffit, et le territoire couvert peut être virtuellement étendu indéfiniment), elle apparaît également avantageuse vu des récepteurs, puisque ceux-ci tirent généralement avantage de la présence d'échos.

La figure 3 présente également une autre situation dans laquelle ce principe peut être avantageusement utilisé, à savoir la suppression des zones d'ombre. Une zone d'ombre est une zone géographique 35 incluse dans un territoire 32, normalement couvert par un émetteur donné 31_A , et dans laquelle aucun signal n'est reçu. Il peut par exemple s'agir d'une zone masquée par la présence d'un immeuble.

Dans ce cas, on utilise un réémetteur cocanal 36, qui comprend une

antenne de réception 37 (placée hors de la zone d'ombre) et des moyens de réamplification directe sur la même fréquence du signal reçu, couvrant la zone d'ombre.

5 A nouveau, dans ce cas, il existe des espaces géographiques dans lesquels des signaux émis par plusieurs émetteurs et/ou réémetteurs peuvent être reçus simultanément. Il est donc nécessaire que les récepteurs soient capables de fonctionner en présence d'échos.

10 Le dispositif de l'invention s'applique également dans ce type de système. Plus précisément, il repose en partie sur une transposition de la technique des réémetteurs cocanaux au domaine domestique.

La figure 4 représente, schématiquement et sans respect des échelles des différents éléments, une habitation 40, équipée classiquement d'une antenne de réception 41, placée sur le toit de l'habitation (cette antenne peut bien sûr également être installée dans un grenier, ou en tout autre emplacement adéquat).

15 Toujours de façon classique, cette antenne 41 est reliée à une prise d'antenne murale 42 (ou plusieurs prises, dans le cas des grandes habitations et des habitations collectives), par l'intermédiaire d'un câble coaxial 43, qui est fixé le long des murs ou qui circule à l'intérieur de ces murs.

20 De telles installations existent dans la plupart des habitations. L'invention utilise avantageusement ces moyens existants, de façon qu'aucune infrastructure particulière ne soit nécessaire. De cette façon, le coût de mise en oeuvre de l'invention reste limité au coût du dispositif de réamplification (ou réamplificateur).

25 Ce dispositif 44 se présente donc sous la forme d'un module, qui peut avoir une taille très réduite. Il est connecté à la prise murale 42, par l'intermédiaire d'un câble coaxial 45. Dans un autre mode de réalisation, s'il est de taille et de poids suffisamment limités, il peut aussi être directement branché sur la prise 42.

30 Ainsi que cela sera décrit plus en détail par la suite, le réamplificateur 44 comprend des moyens de réamplification et de filtrage. Le signal 48 reçu par l'antenne 41 est donc filtré et réamplifié, et ensuite réémis (46) à l'intérieur de l'habitation 40, à l'aide d'une antenne d'émission 47 (éventuellement, le réamplifica-

teur peut comprendre plusieurs antennes, notamment pour bénéficier du phénomène de diversité spatiale). Cette antenne 47 peut être soit extérieure au boîtier du réamplificateur 44 (tel que représenté), soit intégrée dans ce boîtier, soit encore délocalisée. Cette dernière solution permet de dissimuler le boîtier de réamplification 44 (par exemple derrière ou dans un meuble), seule l'antenne d'émission 47, reliée par câble au boîtier, restant alors apparente.

Le récepteur de télévision 49₁, équipé d'une antenne de réception autonome 410 (intégrée au récepteur ou externe) reçoit le signal réémis 46, à partir duquel les images peuvent être reconstruites.

Bien sûr, l'antenne 410 peut également recevoir le même signal 411 de l'extérieur (en général fortement atténué, et donc insuffisant pour être utilisé seul). Dans la plupart des cas, les deux contributions 411 et 46 sont légèrement décalées l'une par rapport à l'autre dans le temps. Il est donc nécessaire que le récepteur 49 soit capable de fonctionner en présence d'échos.

Un des avantages de la technique de l'invention est que plusieurs récepteurs 49₁ et 49₂ peuvent recevoir simultanément le même signal 46, puisqu'il est diffusé. Au contraire, les systèmes classiques nécessitent une liaison par câble distincte pour chaque récepteur. Dans le cas où le réamplificateur 44 est prévu pour alimenter plusieurs récepteurs (par exemple un récepteur de salon 49₁ et un récepteur portable 49₂), le signal réémis 46 comprend avantageusement plusieurs canaux.

On peut aussi prévoir, dans le réamplificateur 44, des moyens de programmation, permettant d'adapter ses propres signaux de commande 83_B à ceux 83_A du récepteur.

Bien que l'exemple illustré corresponde au cas d'un signal 48 reçu sur une antenne 41 de réception extérieure, l'invention ne se limite pas à cette application. Notamment, la prise 42 à laquelle est connectée le réamplificateur 44 peut également être une prise de connexion à un réseau câblé de diffusion. Pour certaines applications, le réamplificateur 44 peut également posséder sa propre antenne de réception.

De nombreux modes de fonctionnement du système formé par au moins un réamplificateur et au moins un récepteur peuvent être envisagés. A titre d'exemple, les figures 8A à 8D illustrent quatre configurations possibles.

Les exemples des figures 8A et 8B peuvent notamment correspondre au cas où le réamplificateur 44 est commercialisé comme une entité indépendante des récepteurs. Dans ce cas, il est souhaitable que le réamplificateur puisse réémettre plusieurs canaux, de façon à pouvoir alimenter plusieurs récepteurs avec des canaux distincts.

Les figures 8C et 8D peuvent correspondre quant à elles au cas où le système récepteur-amplificateur est commercialisé comme un tout. Dans cette situation, le réamplificateur peut ne réémettre qu'un seul canal, et plusieurs réamplificateurs (un pour chaque récepteur) peuvent cohabiter.

Le mode de réalisation de la figure 8A correspond au cas particulièrement simple d'un réamplificateur 44 équipé de moyens 81_A à 81_C de réglage de la bande passante (ou fonction de transfert, ou encore gabarit de filtrage) des moyens de filtrage décrits par la suite. Vu de l'utilisateur, il peut s'agir classiquement, de potentiomètres de réglage. Par exemple, trois potentiomètres 81_A à 81_C peuvent permettre de définir trois bandes passantes, correspondant chacune à un canal.

Une fois le réglage de la bande passante (c'est-à-dire la définition de la bande passante voulue) effectué, le réamplificateur 44 émet en permanence le signal 46 constitué de trois (chiffre donné bien sûr seulement à titre d'exemple) canaux, vers l'ensemble des récepteurs 49_1 et 49_2 de l'habitation.

Chaque récepteur 49_1 extrait du signal 46, de façon classique, le canal qu'il souhaite.

Le réglage de la bande passante est fixe, et n'est modifié que lorsque l'allocation des canaux varie (soit qu'une réallocation des canaux soit décidée, soit que le réamplificateur soit transporté dans une zone géographique où l'allocation des canaux est différente).

La figure 8B correspond à une amélioration du système de la figure 8A. En effet, le réamplificateur 44 est contrôlé par une télécommande 82 qui peut

notamment offrir au moins un des contrôles suivants :

- mise en marche ou à l'arrêt du réamplificateur. Il n'est en effet pas nécessaire que le réamplificateur émette si aucun récepteur n'est en fonction ;
- 5 - sélection des canaux à émettre. Dans ce cas, plusieurs bandes passantes ont été programmées, correspondant à des canaux distincts, et la télécommande permet de sélectionner le ou les canaux voulus, en fonction des besoins ;
- 10 - programmation des canaux. Eventuellement, cette fonction peut être en effet effectuée à l'aide de la télécommande ;
- réglage de la puissance d'émission.

De préférence, la télécommande 82 est conçue de façon à avoir une portée suffisante pour fonctionner dans l'ensemble d'une habitation.

15 Dans le cas de la figure 8C, le système constitué par le réamplificateur 44 et le récepteur 49₁ est contrôlé par une télécommande unique 82, qui émet d'une part un signal 83_A vers le récepteur 49₁ (pour les fonctions classiques du récepteur), et d'autre part un signal 83_B vers le réamplificateur 44 (pour les fonctions listées ci-dessus).

20 Avantageusement, pour les fonctions communes (marche/arrêt et sélection d'un canal), il peut s'agir de la même commande. On peut aussi prévoir, dans le réamplificateur 44, des moyens de programmation, permettant d'adapter ses propres signaux de commande 83_B à ceux 83_A du récepteur.

25 La figure 8D présente encore une autre configuration, dans laquelle le récepteur 49₁ est contrôlé par une télécommande 82. En fonction des commandes 83_A transmises par la télécommande 82, le récepteur émet un signal de télécommande 84 vers le réamplificateur 44, à l'aide de moyens de télécommande interne 86.

30 Dans ce mode de réalisation, le signal 84 est préférentiellement émis avec une puissance suffisante pour avoir une portée dans toute l'habitation. Cette puissance sera donc en général supérieure à celle du signal 83_A. En effet, en

principe, la télécommande 82 est en vue directe du récepteur 49₁.

Bien qu'un seul récepteur soit illustré sur les figures 8C et 8D, il est clair que plusieurs récepteurs peuvent être alimentés. Plusieurs télécommandes (cas de la figure 8C) et/ou plusieurs récepteurs (cas de la figure 8D) peuvent contrôler sélectivement un même réamplificateur 44.

De plus, les réamplificateurs 44 peuvent émettre plusieurs canaux, pour alimenter, soit plusieurs récepteurs, soit un récepteur capable d'exploiter simultanément plusieurs canaux.

Ainsi que cela a déjà été mentionné, une des caractéristiques essentielles de l'invention est que le signal réémis 46 ne correspond pas complètement au signal reçu 48. En effet, le signal reçu 48 est classiquement constitué d'une pluralité de canaux distincts répartis en fréquence. En revanche, le signal 46 ne comporte qu'un nombre réduit de canaux fréquentiels, sélectionné parmi les canaux disponibles.

Cette sélection, qui correspond en fait à un filtrage du signal constitué de la pluralité de canaux, permet que le signal réémis 46 soit limité au strict nécessaire, limitant ainsi la pollution radiofréquence (en général, pour un récepteur unique et dans le cas d'un signal à N canaux, les N canaux sont reçus et un seul est utilisé. En conséquence, une partie égale à $(N-1)/N$ du signal reçu est inutile...).

Un canal fréquentiel correspond, dans le cas d'un système COFDM, à un signal COFDM constitué d'une pluralité de fréquences porteuses, tel qu'illustré en figure 2. Le signal d'entrée selon l'invention peut donc comprendre N signaux COFDM répartis en fréquence, correspondant à autant de canaux fréquentiels.

Cependant, les canaux ne sont bien sûr pas obligatoirement tous constitués de signaux COFDM. Tous les types de signaux, analogiques ou numériques peuvent être multiplexés en fréquence. Toutefois, le système de l'invention ne sera efficace que pour les canaux portant des signaux codes de façon que les récepteurs puissent fonctionner en présence d'échos, ainsi que cela a déjà été décrit.

La notion de canal fréquentiel ne doit bien sûr pas être confondue avec la notion de canal temporel, qui a trait au découpage temporel d'une trame d'un signal COFDM, tel qu'illustré en figure 2. Par la suite, le terme canal désignera un

canal fréquentiel.

La figure 11 présente schématiquement le principe de l'invention. Le signal 54 reçu par le réamplificateur est constitué, par exemple, de sept canaux fréquen-
tiels (ou bandes de fréquence) 111_1 à 111_7 (dans la pratique, le nombre de canaux
5 sera généralement beaucoup plus important). Parmi ces sept canaux, seuls trois
d'entre eux (111_2 , 111_5 et 111_6) sont susceptibles d'être utilisés. En conséquence,
le réamplificateur effectue un filtrage du signal 54, pour délivrer le signal filtré 55,
comportant uniquement les bandes de fréquence 112_1 , 112_5 et 112_6 correspondant
sensiblement aux canaux 111_1 , 111_5 et 111_6 du signal d'entrée.

10 On décrit maintenant trois modes de réalisation envisageables pour le
réamplificateur de l'invention, correspondant respectivement aux figures 5 à 7.

D'une façon générale, un réamplificateur comprend d'une part des moyens
de réamplification 51, et d'autre part, selon l'invention, des moyens de filtrage 52,
53. Toutefois, la position des moyens de filtrage peuvent varier. Plus précisément,
15 ils peuvent être placés :

- en amont des moyens de réamplification 51 (fig.5) ;
- en aval des moyens de réamplification 51 (fig.6) ;
- en aval et en amont des moyens de réamplification 51 (fig.7).

Dans tous les cas, le réamplificateur reçoit un signal d'entrée 54 constitué
20 de N canaux (représenté par une flèche large) et réémet un signal de sortie 55 ne
comportant qu'un nombre limité de canaux (flèche fine), à l'aide de l'antenne
d'émission 56. Par exemple, classiquement, N est de l'ordre de 40. Par la suite, on
considère qu'un seul canal est réémis. La généralisation est aisée.

On présente maintenant plus particulièrement le mode de réalisation
25 illustré en figure 5. Des moyens 50 de réception classiques (antenne, connexion à
une antenne extérieure ou à un réseau câblé,...) délivrent un signal reçu 54
constitué de N canaux est directement transmis à un module 51 de réamplification,
qui délivre un signal réamplifié 57, comportant également N canaux.

Ce module 51 de réamplification peut être de tout type connu, compatible
30 avec la fréquence du signal reçu 54. Par exemple, il présente un gain d'amplification

de l'ordre de 20 à 50 dB, voire moins. Ce gain, qui peut être fixe ou ajustable, sera déterminé de façon à couvrir l'espace voulu. Dans un mode de réalisation particulier, ce gain peut être contrôlé, par exemple à l'aide d'une télécommande.

Le signal 57 est ensuite transmis à un module de filtrage amont 52, dont la bande passante correspond sensiblement à la bande de fréquence d'un des canaux, de façon que le signal réémis 55 ne comprenne qu'un canal.

Ce module de filtrage 52 peut être de tout type adéquat. Préférentiellement, il présente une réjection importante, de façon à limiter la pollution radio-fréquence.

Dans un mode de réalisation simplifié, ce module de filtrage 52 peut avoir une fonction de transfert figée, en particulier si les fréquences des canaux sont fixées et figées, et si le récepteur n'est susceptible de recevoir qu'un seul canal.

Toutefois, dans la pratique, il est probable que l'allocation des canaux variera, soit dans le temps, soit dans l'espace. Plus précisément, des réallocations peuvent être effectuées de temps en temps (en fonction des évolutions techniques ou des programmes). De même, l'allocation des fréquences peut varier géographiquement (notamment à l'échelle d'un pays ou d'un continent). Le réamplificateur domestique étant destiné à être fabriqué en grande quantité et diffusé sur d'importants territoires, il est souhaitable que la fonction de transfert des moyens de filtrage soit accordable.

Par ailleurs, le réamplificateur peut être utilisé pour alimenter un récepteur capable de recevoir, sélectivement, plusieurs canaux, ou encore pour alimenter plusieurs récepteurs, correspondant chacun à un canal spécifique. A nouveau, dans ce cas, la fonction de transfert doit être ajustable.

Le réamplificateur comprend donc avantageusement un module 58 de contrôle de filtrage, contrôlant le module 52 de filtrage, à l'aide d'une commande 59.

La figure 9 illustre un exemple de construction possible pour le module 58 de contrôle, comprenant d'une part des moyens 91 de programmation, et d'autre part des moyens 92 de sélection.

Les moyens 91 de programmation sont pilotés par une commande de programmation 93, issue par exemple des moyens de réglage 81_A à 81_C des figures 8A à 8D. Ainsi, les moyens 91 de programmation mémorisent dans des moyens de stockage 96 la ou les bandes passantes correspondant à un ou plusieurs canaux, de façon fixe (jusqu'à modification de l'allocation).

Les moyens 92 de sélection reçoivent la commande de sélection 94, émise par exemple par la télécommande 82. Ces moyens 92 de sélection contrôlent alors les moyens 91 de programmation, à l'aide de la commande 95, de façon que ceux-ci génèrent la commande d'accord 59 correspondant au canal sélectionné.

Plusieurs modes de réalisation peuvent être envisagés. Par exemple, le module 52 de filtrage peut être un filtre accordable, et la commande 59 agit sur l'accord du filtre.

Dans un autre mode de réalisation, le module 52 peut être constitué d'une pluralité de filtres 101₁ à 101_M, tel que cela est illustré en figure 10. Chaque filtre 101₁ à 101_M présente une bande passante distincte, éventuellement programmé par la commande de programmation 93.

La commande 95 émise par les moyens 92 de sélection agit sur des sélecteurs 102₁ à 102_M, de façon qu'un ou plusieurs filtres soient mis en action. Ainsi, le signal 103 comprend uniquement les canaux filtrés par les filtres associés à des sélecteurs qui sont fermés.

La figure 6 présente un autre mode de réalisation de l'invention, dans lequel les moyens de filtrage sont constitués par un module de filtrage 53 placé en aval du module 51 de réamplification.

Ce module de filtrage aval 53, est du même type que le module de filtrage amont 52 décrit ci-dessus. Il est alimenté par le signal reçu 54, comprenant N canaux, et délivre un signal filtré 511, constitué d'un canal unique, au module 51 de réamplification. Le signal réamplifié 55 est ensuite réémis directement, à l'aide de l'antenne 56.

L'avantage de cette seconde structure est que le module de réamplification ne doit amplifier que le signal utile (un ou quelques canaux) et non les N canaux.

Cela permet de limiter de façon très importante la puissance de l'amplificateur, et donc son coût et sa consommation. Ainsi, dans le cas d'un signal reçu à 40 canaux, le gain en puissance est de l'ordre de 16 dB.

En contrepartie, il est nécessaire que l'amplificateur 51 soit parfaitement linéaire, pour que le signal 55 destiné à être réémis ne présente pas un spectre plus large que la largeur de bande du canal à réémettre, du fait de l'intermodulation sur lui-même du signal réamplifié.

Le module 58 de contrôle du filtrage est identique à celui de la figure 5.

La figure 7 présente un troisième mode de réalisation préférentiel de l'invention, comprenant simultanément un module 52 de filtrage amont et un module 53 de filtrage aval.

Le signal reçu 54 est donc tout d'abord filtré par le module 53 de filtrage aval, pour délivrer au module 51 d'amplification un signal 511 ne comprenant qu'un canal fréquentiel. En d'autres termes, ce module 53 de filtrage aval, qui est identique à celui de la figure 6, permet d'isoler dans le signal reçu 54 le signal utile 511 que l'on veut amplifier.

Le module 51 d'amplification correspond également à celui de la figure 6. Sa puissance est déterminée de façon qu'elle soit suffisante pour que le canal unique une fois réémis puisse être reçu dans une ou plusieurs pièces d'une habitation.

Le signal amplifié 512 est ensuite à nouveau filtré par le module 52 de filtrage amont (identique à celui de la figure 5), qui supprime les termes inutiles apparus lors de l'amplification, par exemple du fait de l'intermodulation. Enfin, le signal 55 amplifié et filtré est réémis à l'aide de l'antenne 56.

Dans le cas où les modules de filtrage 52 et 53 sont ajustables, le dispositif comprend préférentiellement un module unique 58 de contrôle du filtrage unique, pilotant simultanément les deux modules de filtrage. Avantageusement, ces deux modules 52 et 53 sont identiques (au moins en ce qui concerne le réglage de leur accord). Ainsi, le module 58 de contrôle du filtrage génère une commande 59 unique, dirigée simultanément vers les deux modules de filtrage.

Par ailleurs, l'invention n'est pas limitée à la diffusion de signaux de télévision. Elle peut également être utilisée pour la diffusion de signaux de sons ou de données.

5 De même, elle peut trouver des applications dans la diffusion locale autre que domestique. Par exemple, elle peut être mise en oeuvre dans les salles de conférence, lorsque celles-ci sont équipées de nombreux écrans de télévision.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de réamplification (44), du type comprenant des moyens (50) de réception d'un signal d'entrée (54), des moyens (51) de réamplification et des
5 moyens (56) de réémission d'un signal de sortie réamplifié (55) vers au moins un récepteur (49₁, 49₂),

ledit signal d'entrée (54) étant constitué d'au moins deux canaux distincts, chacun desdits canaux correspondant à une bande de fréquence distincte (111₁ à 111₇),
dispositif caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (52, 53) de filtrage, lesdits
10 moyens (52, 53) de filtrage présentant une bande passante (112₁, 112₅, 112₆) correspondant sensiblement à au moins une desdites bandes de fréquence du signal (111₁, 111₅, 111₆) d'entrée (54), de façon que ledit signal de sortie (55) soit constitué d'au moins un canal extrait parmi lesdits canaux constituant ledit signal d'entrée (54).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des
15 moyens (58) de contrôle de ladite bande passante desdits moyens (52, 53) de filtrage.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens
(58) de contrôle comprennent des moyens (91) de programmation de la bande
passante desdits moyens (52, 53) de filtrage, de façon que ladite bande passante
20 correspondent sensiblement à au moins une desdites bandes de fréquence du signal d'entrée (54).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits moyens
(91) de programmation comprennent des moyens (96) de stockage d'au moins deux
bandes passantes distinctes, et en ce que lesdits moyens (58) de contrôle comprennent
25 des moyens (92) de sélection d'au moins une des bandes passantes stockées, lesdits moyens (92) de sélection agissant en fonction d'une commande (510 ; 94) de sélection extérieure.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en
ce que lesdits moyens (52, 53) de filtrage comprennent au moins un filtre
accordable, l'accord dudit filtre accordable étant contrôlé par lesdits moyens (58)
30

de contrôle.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que ladite commande (510 ; 94) de sélection extérieure est générée par des moyens (82, 86) de télécommande.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits moyens (82) de télécommande génère une commande de sélection (83_A, 83_B) contrôlant simultanément ledit dispositif de réamplification (44) et au moins un récepteur (49₁).

8. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits moyens (86) de télécommande sont intégrés dans un desdits récepteurs (49₁), de façon que ledit récepteur (49₁) contrôle ledit dispositif de réamplification (44) en fonction d'une sélection (83_A) de canal préalable effectuée par un utilisateur.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que lesdits moyens (52, 53) de filtrage comprennent des moyens (101₁ à 101_M) pour filtrer sélectivement au moins deux canaux distincts parmi lesdits canaux constituant ledit signal d'entrée (54).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits moyens de (52, 53) filtrage comprennent au moins deux filtres (101₁ à 101_M), chacun desdits filtres (101₁ à 101_M) assurant le filtrage d'un canal distinct.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que chacun desdits filtres (101₁ à 101_M) est sélectivement actionnable, en fonction de ladite commande de sélection (95).

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que lesdits moyens (52, 53) de filtrage comprennent des moyens (52) de filtrage aval, insérés entre lesdits moyens (51) de réamplification et lesdits moyens (56) de réémission.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que lesdits moyens (52, 53) de filtrage comprennent des moyens (53) de filtrage amont, insérés entre lesdits moyens (50) de réception et lesdits moyens (51) de réamplification.

14. Dispositif selon les revendications 12 et 13, caractérisé en ce que lesdits moyens (53) de filtrage aval et lesdits moyens (52) de filtrage amont sont identiques et sont contrôlés par un signal de contrôle (59) unique délivré par lesdits moyens (58) de contrôle.

5 15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que lesdits moyens (51) de réamplification présente un gain d'amplification de l'ordre de 20 à 50 dB .

10 16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que lesdits moyens (50) de réception d'un signal d'entrée (54) sont connectés à au moins un des moyens appartenant au groupe comprenant :

- un réseau câblé de diffusion ;
- une antenne extérieure (41) ;
- une antenne intégrée.

15 17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce qu'au moins un desdits canaux porte un signal constitué d'une pluralité de fréquences porteuses orthogonales (21), chacune desdites fréquences porteuses étant sélectivement modulée par une série distincte d'éléments de données extraits dans une séquence d'éléments de données représentative d'un signal numérique source.

20 18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'au moins un desdits canaux porte un signal COFDM.

19. Système de réception d'un signal numérique, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif de réamplification (44) selon l'une quelconque des revendications 1 à 18 et au moins un récepteur (49₁, 49₂) alimenté par ledit signal de sortie (46, 55) réémis par ledit dispositif de réamplification (44).

1/5

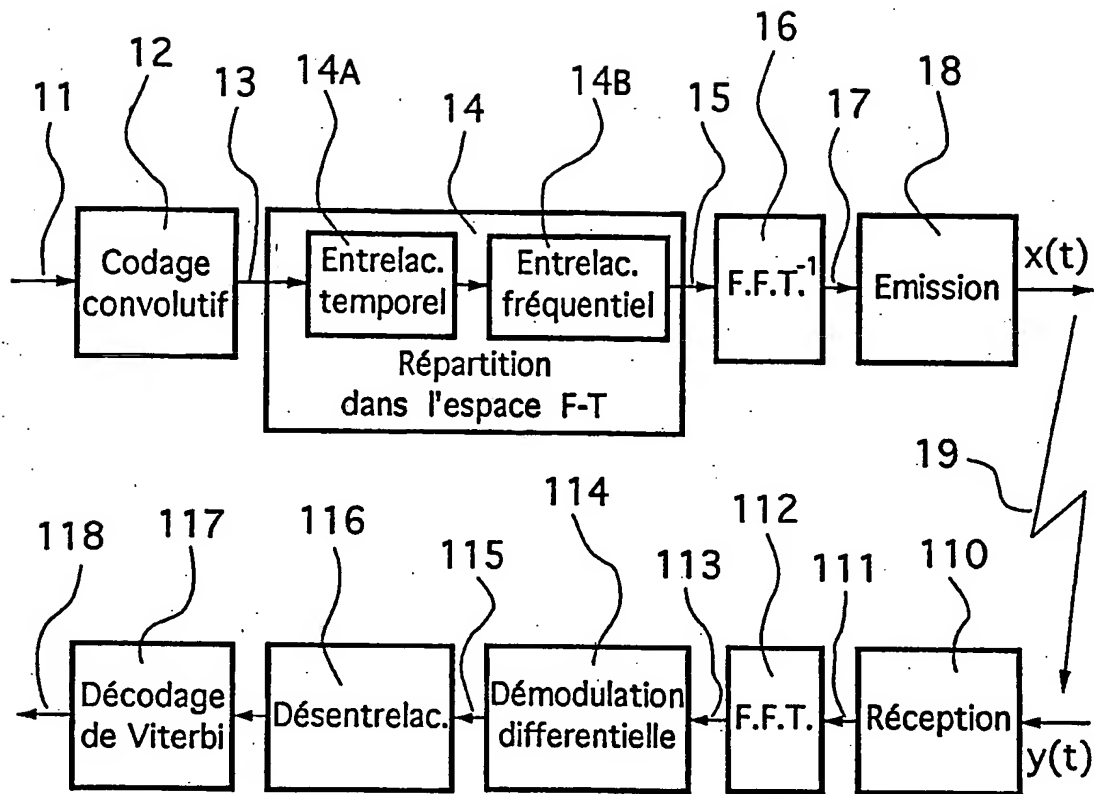


Fig. 1

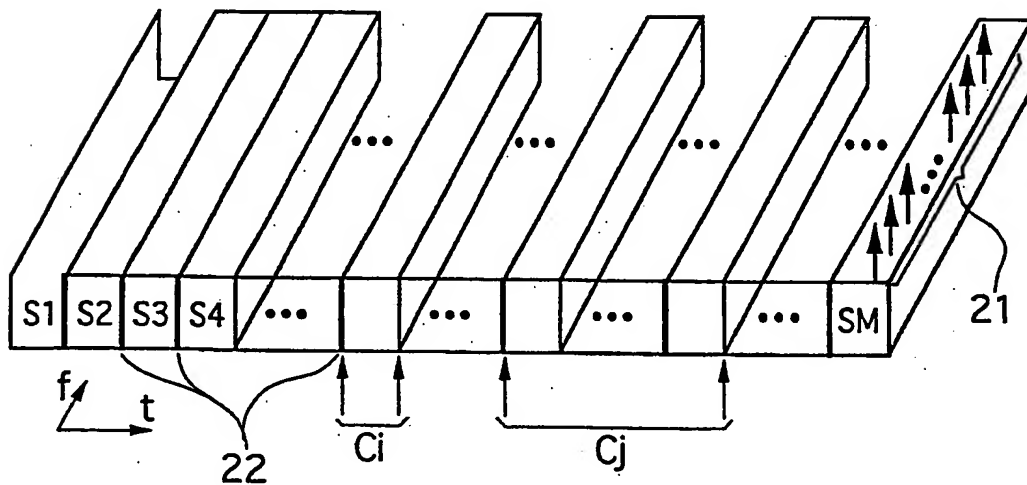
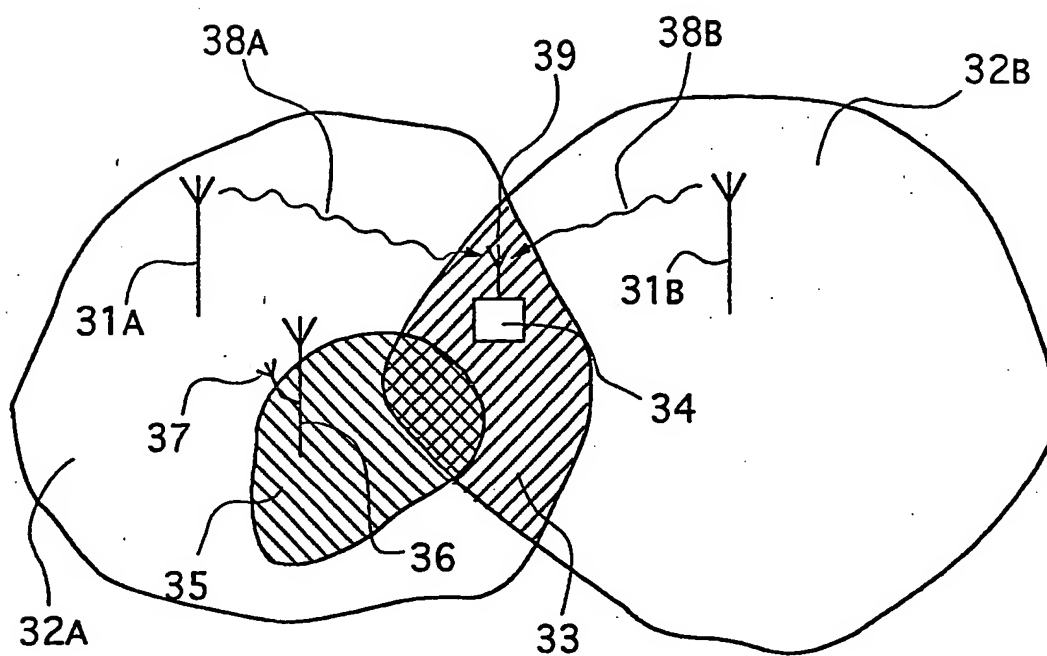
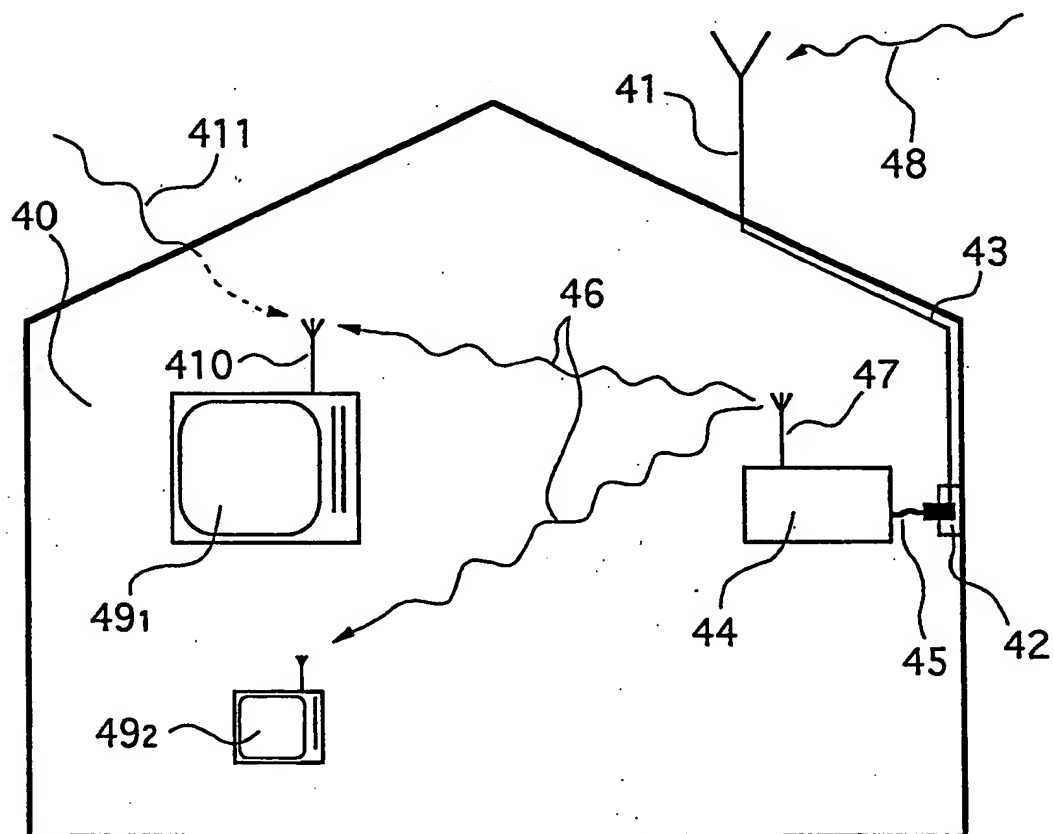
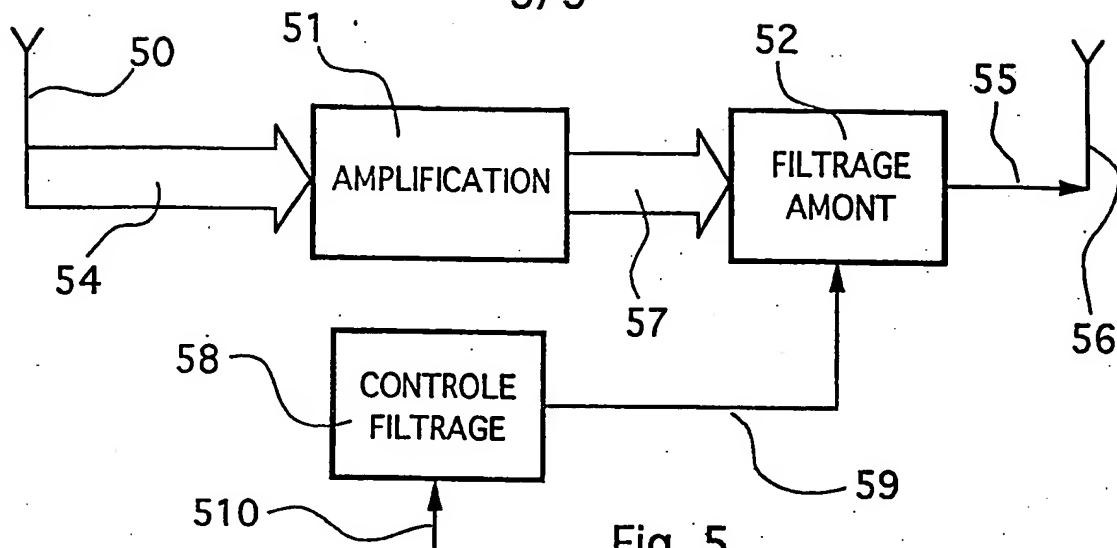
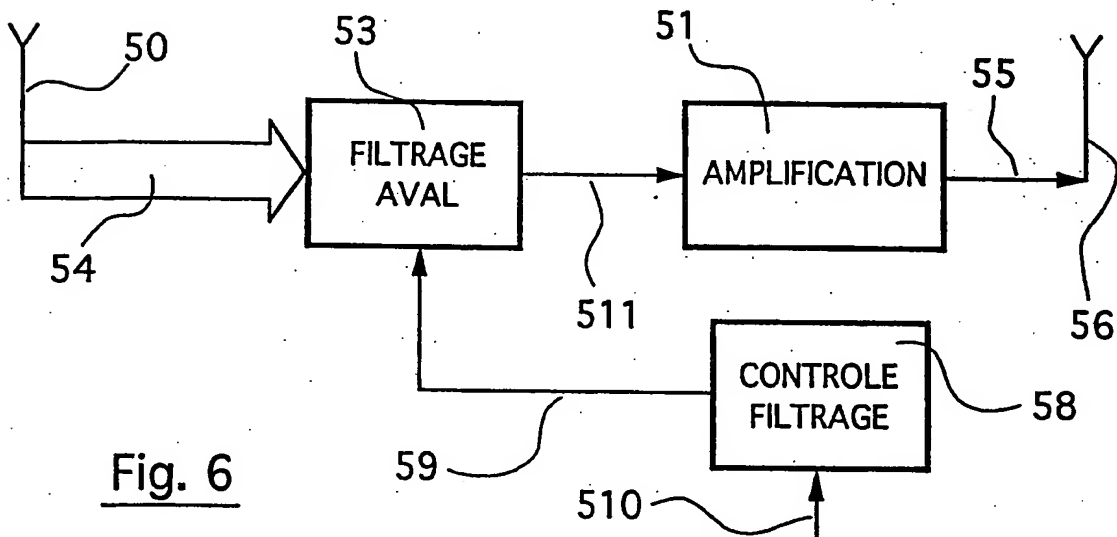
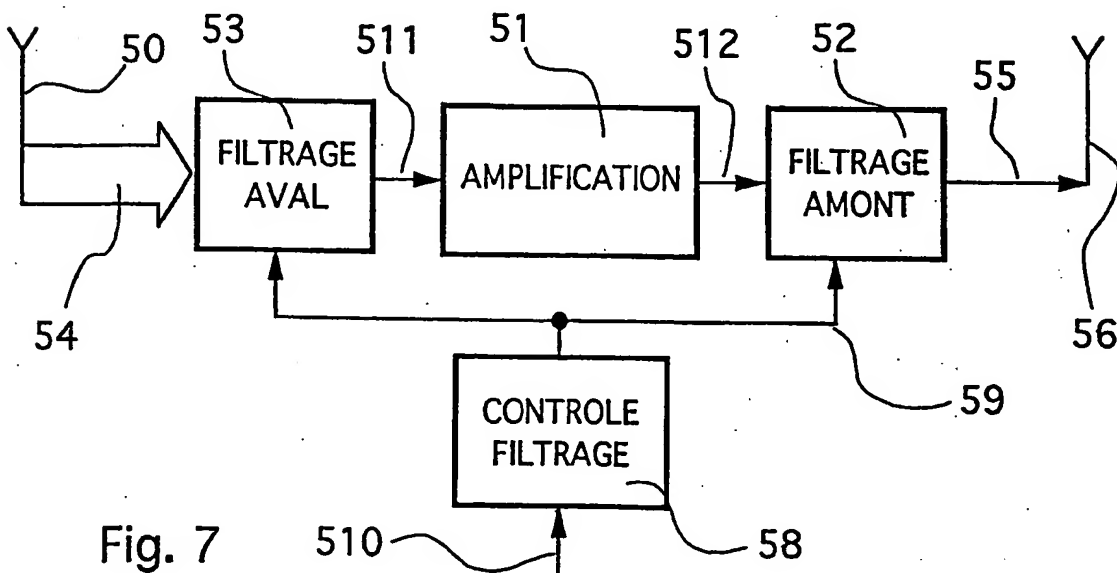


Fig. 2

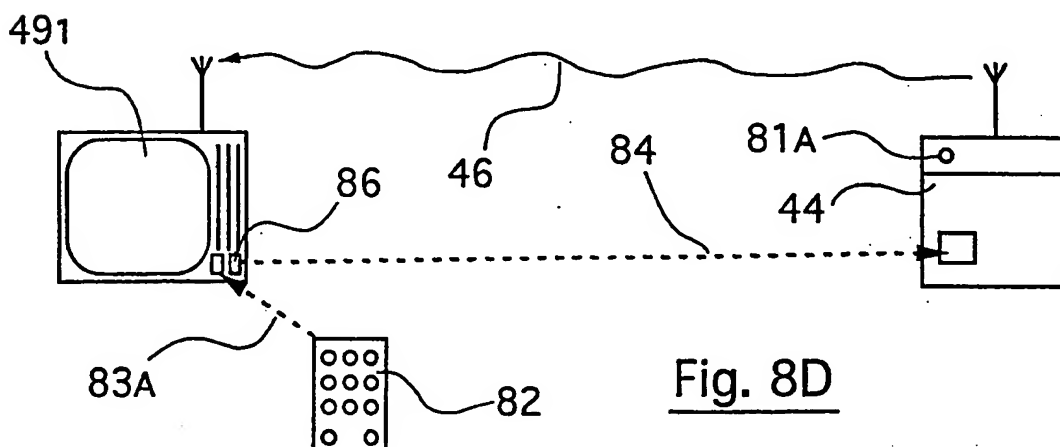
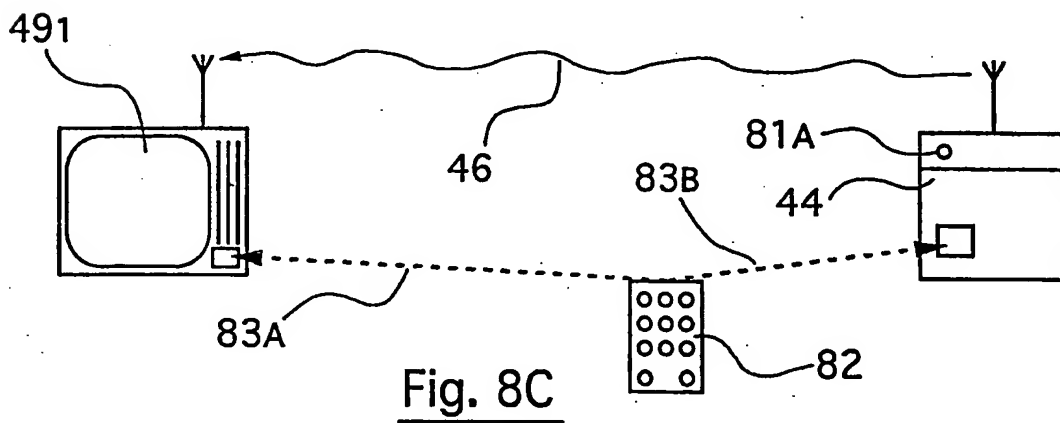
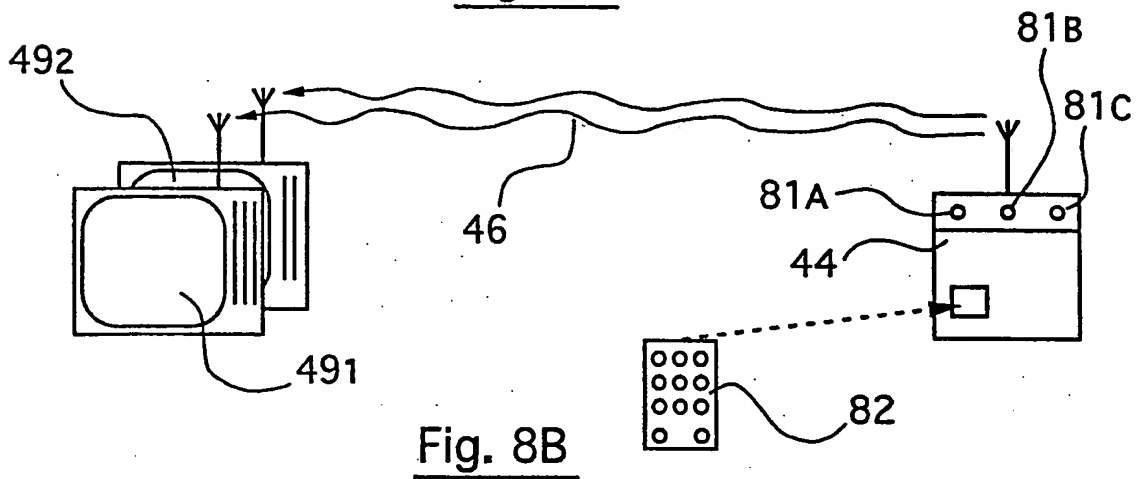
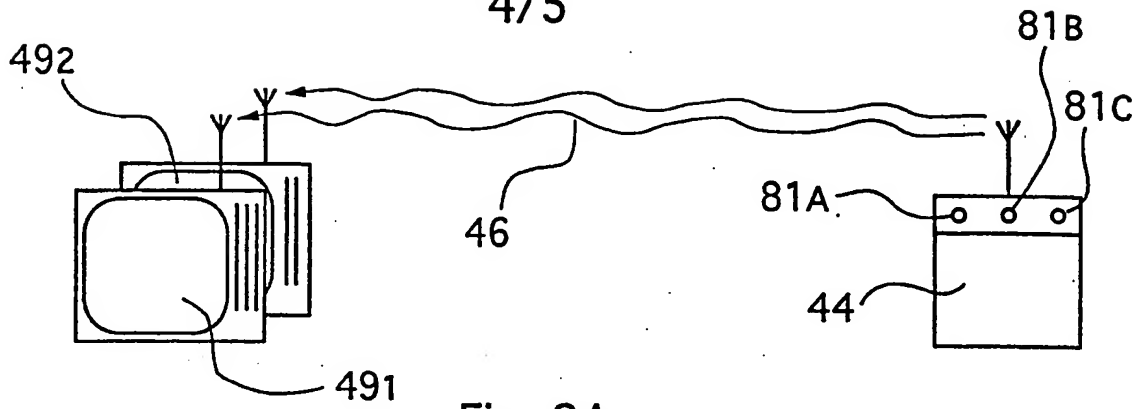
2/5

Fig. 3Fig. 4

3/5

Fig. 5Fig. 6Fig. 7

4/5



5/5

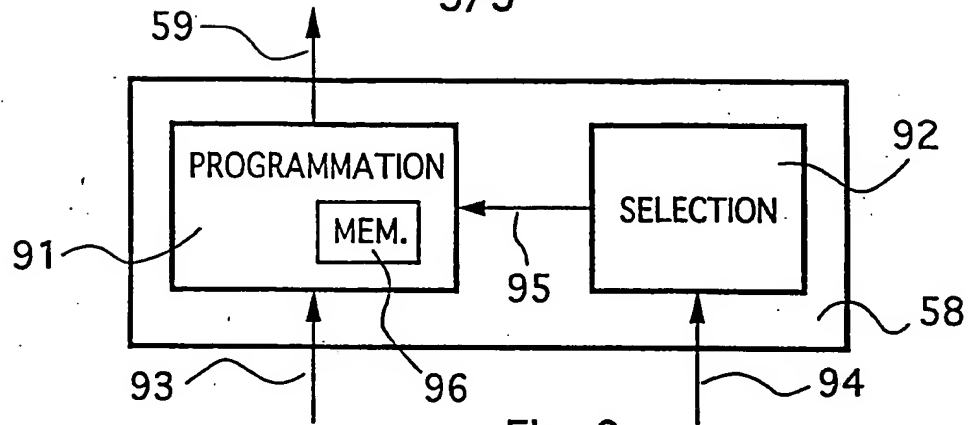


Fig. 9

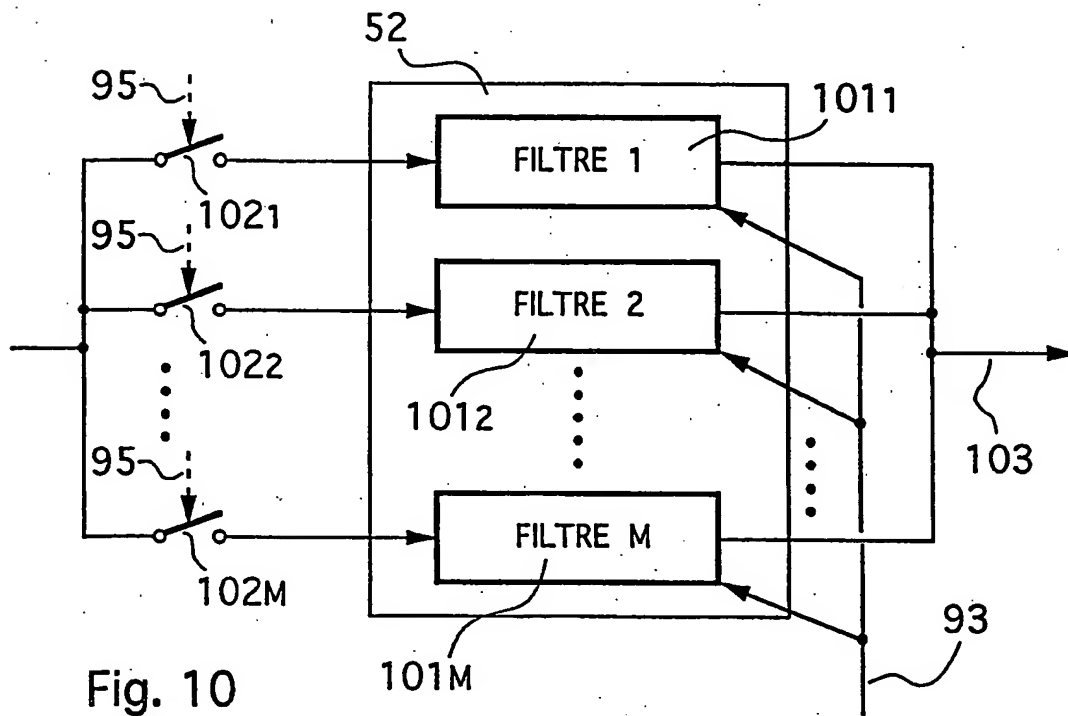


Fig. 10

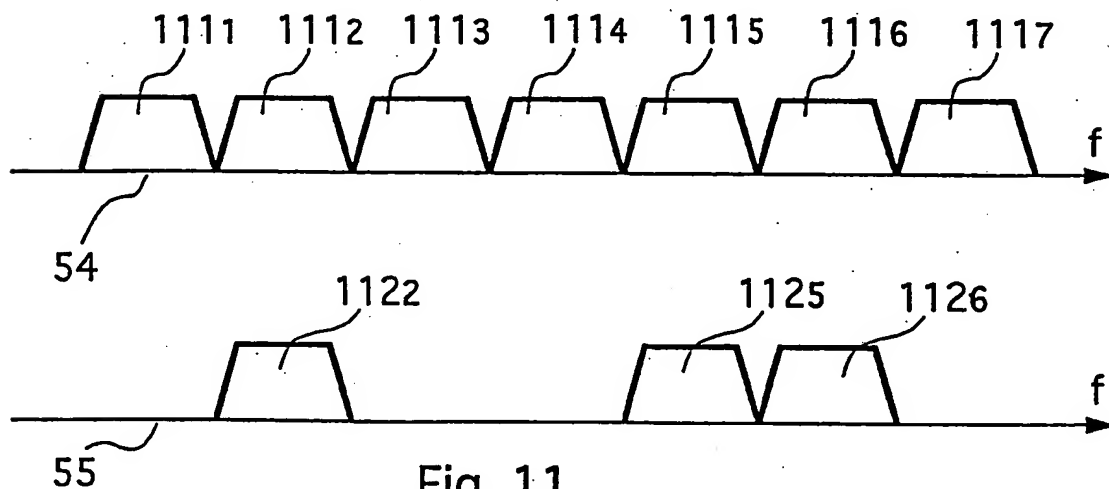


Fig. 11

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
national

FR 9213511

FA 480866

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP-A-0 342 858 (SHIMUZU CONSTRUCTION CO., LTD.) * page 3, colonne 3, ligne 28 - colonne 4, ligne 14; figures 1,2 *	1,2,9, 12,19
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 147 (E-741)11 Avril 1989 & JP-A-63 308 421 (HITACHI LTD ET AL.) * abrégé *	1,16
D,A	EBU REVIEW- TECHNICAL. no. 241, Juin 1990, BRUSSELS BE pages 82 - 94 P.A. RATLIFF 'The convergence of satellite and terrestrial system approaches to digital audio broadcasting with mobile and portable receivers' * le document en entier *	17,18,19
D,A	EBU REVIEW- TECHNICAL. no. 224, Août 1987, BRUSSELS BE pages 168 - 190 M. ALARD ET R. LASSALLE 'Principles of modulation and channel coding for digital broadcasting for mobile receivers' * le document en entier *	17,18
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		H04H H04B H04L
Date d'achèvement de la recherche 30 JUILLET 1993		Examinateur GASTALDI G.L.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

PF030004
US

RCA PF03004AD
CITED BY APPLICANT

(19) FRENCH REPUBLIC	(11) Publication no.:	2,697,699
NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL PROPERTY		
PARIS	(21) National registration no.:	92 13511
	(51) Int.Cl ⁵ : H 04 B 7/15, H 04 N 5/44	
(12) PATENT APPLICATION A1		
(22) Filing date: November 5, 1992	(71) Applicant: FRANCE TELECOM (Autonomous public-law institution) – FR, and TELEDIFFUSION DE FRANCE (S.A.) (Corporation) – FR.	
(30) Priority:	(72) Inventor(s): Lord Bertrand, Bernard Le Floch, Marc Rivière, and Philippe Bernard.	
(43) Date application was made available to the public: May 6, 1994, Bulletin 94/18.	(73) Holder(s):	
(58) List of documents cited in the preliminary search report: <i>See end of the present document.</i>	(74) Agent: Patrice Vidon	

(54) Device for Reamplification of a Radio-Frequency Signal, Especially for Home Applications, and Corresponding Receiving Systems

(57) The invention concerns a device for reamplification (44) of the type including means (41) for receiving an input signal (48), means for reamplification, and means (47) for retransmitting a reamplified output signal to at least one receiver (49 ₁ , 49 ₂), said input signal comprising at least two distinct channels, each of said channels corresponding to a different frequency band, said device (44) also including means for filtering, said means for filtering have a pass band corresponding essentially to at least one of said frequency bands of the input signal, so that said output signal (46) consists of at least one channel extracted from among said channels constituting said input signal (48). In this way, several receivers can be fed without a wire connection to an antenna. In addition, the power needed for the reamplification is limited; only the useful channels being retransmitted.	[diagram]
FR 2,697,699 – A1	

Device for Reamplification of a Radio-Frequency Signal, Especially for Home Application, and Corresponding Receiving Systems

The field of the invention is that of receiving digital signals. More specifically, the invention concerns receiving and reproducing signals in autonomous receivers, that is, receivers not physically connected to an independent receiving antenna or to a cable broadcasting network.

The invention applies especially to receiving video signals or audio signals, but it can likewise find numerous other applications in receiving all kinds of data signals. A particular field of application of the invention is that of home reception inside houses and apartments.

In the analog television systems currently in operation, home receivers are generally connected to a wall antenna jack by means of a cable from a coaxial antenna. This physical connection between the receiver and an antenna jack has several inconveniences.

First of all, it limits the options for the placement of the receiver. This inconvenience is sometimes minor, for example when a receiver of large size is involved that is to remain permanently at a certain location. However, since this placement is decided at the time of the construction of the residence by the placement of the antenna jack, the entire arrangement of the room is more or less determined by the placement of the television, and any modification of this arrangement is difficult.

Moreover, especially in the case of small or medium-size receivers, the user generally wants to be able to move his receiver easily, for example from the kitchen to the living room, then from the living room to the bedroom, etc.

He then must either unwind antenna cables of significant length behind his receiver (on which the feet can then stumble, thus breaking the cable, etc.) or else to have his residence equipped with a large number of antenna jacks, to which the receiver has to be reconnected every time it is moved. In addition, in this latter case, reception is interrupted during the movement.

Moreover, the presence of this antenna cable is often particularly unaesthetic, (whether it is more or less kept between the wall and the receiver or rolled behind the receiver), although architects are doing more research to improve the appearance of receivers and residences. In addition, the cable interferes considerably with housework, particularly when one wants to sweep or vacuum over it (the operation generally results in a disconnection of the antenna).

However, television receivers called portable or movable are known, however, that are equipped with an integrated receiving antenna. In theory, such receivers overcome the various inconveniences due to the presence of the antenna cable. In particular, they can be moved easily from one point to another. However, in practice, this integrated antenna turns out to be insufficient, and the resulting image is most often of poor quality (when it is reproduced).

In fact, the signals transmitted by the transmitters generally have difficulty in penetrating to the interior of residences, in particular because of the numerous obstacles to wave propagation (walls, glass surfaces, etc.) and metallic structures (wall frames, elevators, etc.) that can form Faraday cages. Consequently, the received signal is very weak, and the corresponding image is poor, affected and distorted by the effects of snow or phantom images.

At best, it is sometimes possible to find a particular placement where the quality of the image is not too poor. In this case, the user will leave his receiver in this particular place, thus losing all the advantages connected to portability of this receiver. In addition, generally, this image of average quality is obtained only by long and careful adjustment of the position of the elements of the antenna. The least change in the position of the receiver, like any change in the chain, requires new regulation of the elements of the antenna.

Thus, inside residences, the use of receivers with integrated antennas is not very easy, and it generally provides an image of poor quality. In practice, moreover, the user ends up most of the time by connecting his portable receiver to an antenna jack in order to overcome these inconveniences. He then, in turn, regains all of the inconveniences already discussed above for fixed receivers.

The invention has the specific objective of overcoming these various inconveniences of the prior art within the framework of digital broadcasting, which is now being developed.

More specifically, one objective of the invention is to provide a system that permits reception of digital signals, in which no physical connection is necessary between a receiver and an antenna jack or any other point of signal injection, such as a connection point to a cable-distribution network.

In other words, the invention has the objective of providing a receiving system in which a signal can be received and reproduced in a receiver with good quality, without a physical connection, and in which the receiver can be moved and installed in any position, without distortion of the reproduced signal.

In particular, one objective of the invention is to provide a system intended for receiving digital video and/or audio signals.

The general principle of the invention, which permits these objectives to be achieved, is based on the transposition and adaptation to application in the home of the technique of co-channel retransmission, which is usually implemented to eliminate the shadow zones in the coverage of the main transmitter.

The technique of co-channel retransmission (most frequently designated by the Anglo-Saxon term "gap filling") is described, for example in the document "Le convergence des principes de diffusion par satellite et par voie de terre pour les émissions audionumériques destinées à des récepteurs mobiles et

portatifs" [Convergence of the Principles of Broadcasting by Satellite and by Terrestrial Routes for Digital Audio Transmissions for Mobile and Portable Receivers" [RATLIFF, POMMIER, MEIER-ENGELN; *Revue de l'UER*, nos. 241-242, June/August 1990, pp. 3-15), in which it is referred to as the technique of "intermediate transmitters," or "active echoes."

A co-channel retransmitter (or intermediate transmitter) is a device that comprises a receiving antenna, located outside a shadow zone, means for reamplifying the signal received by the receiving antenna, and means for retransmitting the reamplified signal on the same frequency in the direction of the shadow zone. This technique permits, in particular, uniform coverage without the necessity of increasing the number of main transmitters or their power.

It is true that this co-channel retransmission technique (that is, retransmission on the same frequency as that of the received signal) can be applied only in the case of transmission of digital signals capable of functioning in the presence of echoes, in other words, making use of these echo phenomena to reconstruct the source signal transmitted to the receivers.

In fact, in certain zones, the signals transmitted by the main transmitter can be combined with the signals retransmitted at the same frequency by the co-channel retransmitter. In this case, the various signals constitute "artificial echoes" or "active echoes," which are interpreted by the receivers as natural echoes (when these receivers are capable of operating in the presence of echoes).

By way of example, a transmission system in which the invention can be implemented is of the digital-broadcasting type described especially in French patent FR-86 09622, submitted July 2, 1986, and in the document "Principes de modulation et de codage canal en radiodiffusion numérique vers les mobiles" [Principles of Modulation and Channel Coding for Digital Radio Broadcasting for Mobile Receivers] (M. Alard and R. Lassalle; *Revue de l'U.E.R.*, no 224, August 1987, pp. 168-190) and known by the name of COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) system.

This COFDM system has been developed especially within the framework of the European DAB (Digital Audio Broadcasting) project. It is likewise a candidate for standardization for terrestrial broadcasting of digital television.

Applying the technique of co-channel retransmission to the home area, the object of the invention, therefore consists, in its principle, of equipping home residences with means for reamplifying and retransmitting to receivers equipped with an integrated antenna. The home reamplification device can be connected, for example, to an antenna jack that is present in all residences.

Thus the signal is retransmitted and received by the receivers under good conditions. In fact the transmission occurs inside the rooms, and it is therefore not disturbed by the various obstacles to

propagation that the residence represents. Moreover, the receivers can be readily moved and installed at any place, without the handicap that the antenna cable presents.

It should be noted that this transposition of the retransmitting technique to the home is not at all obvious. In fact, even if the fact of adding a transmitter or retransmitter to cover a geographic shadow zone had disclosed a conventional course of action to experts in the field of signal broadcasting, it would not have done so for experts in the field of signal reception.

In fact, the latter is conventionally a specialist in receiving antennas. He generally considers that improving home reception is based on increasing the size or the efficiency of antennas, and possibly on improving signal-processing operations on the signal after reception.

The approach of the invention is completely different. It does not envision improving the means of receiving (on the contrary, they could possibly see their size reduced) but reinforcing the power of the signal that is capable of being received.

Moreover, this transposition is not sufficient in itself. On the contrary, it requires several non-obvious adaptations in order to be able to be implemented efficiently.

In fact, co-channel retransmitters are first of all highly cumbersome and expensive devices, including a receiving antenna, a high-power reamplifier, and a transmitting antenna. Clearly, such devices cannot be installed directly in a private residence.

Moreover, the transmission of Hertzian waves inside a residence in accordance with the principle of co-channel retransmitters creates numerous problems, most of which are still not solved. In fact, direct retransmission of the received reamplified signal involves a significant "pollution" of the radiofrequency spectrum in the residence.

This "pollution" can cause interferences or disturbances of other Hertzian signals present in the residence, corresponding, for example, to another broadcast signal coming from the outside or to a signal generated on the inside, such as signals to control or command various devices. These signals can then be rendered non-interpretable, due to the Hertzian "pollution." This problem will doubtless turn out to be crucial with the development of domotics, most of the applications of which require signals to be exchanged. In addition, this "pollution" is not only harmful to the residence concerned, but also to nearby residences, which risk receiving some of the transmitted waves.

The invention likewise has as an objective overcoming these various inconveniences.

More specifically, one objective of the invention is to provide a device for home reamplification that limits and controls the quantity of Hertzian waves transmitted in the residence, so as to limit pollution of the radio frequency spectrum.

A specific objective of the invention is also providing such a device which makes possible the ready utilization of mobile receivers suitable to be used everywhere and while being moved.

Another objective of the invention is to provide such a device that would be compatible with application for the general public. Thus the invention has the objective of providing such a device that meets the following conditions, in particular:

- small size;
- low recurring costs;
- ease of installation;
- ease of use.

The invention also has the objective of providing such a device that does not require any modification either of the transmitted signal (that is, the transmitters), or of the receivers. In other words, the device of the invention should be optional. In particular, a receiver should be able to operate alternatively in the presence of this device or in its absence (for example, outdoors, or when connected to an antenna jack by a conventional cable).

These objectives, as well as others that will become evident in the following, are achieved according to the invention with the aid of a reamplification device of the type including means for receiving an input signal, means for reamplification, and means for retransmitting a reamplified output signal to at least one receiver, said input signal consisting of at least two distinct channels, each of said channels corresponding to a distinct frequency band, said reamplification device also including means for filtering, said means for filtering having a pass band corresponding essentially to at least one of said frequency bands of the input signal, so that said output signal consists of at least one channel extracted from said channels constituting said input signal.

Thus the retransmitted signal is strictly limited to the useful signal. For example, if the received input signal comprises N channels and if the output signal comprises a single channel, the limitation of the retransmitted frequency band is on the order of $(N-1)/N$. This therefore represents a very significant limitation of pollution of the radio frequency spectrum, in particular when N is on the order of several tens. The invention is certainly not limited to the case where a single channel is retransmitted. In fact, in certain reamplification devices, several distinct channels can be filtered in the received and retransmitted signal, depending on requirements (for example to distribute different signals to several receivers).

The device of the invention advantageously comprises means for controlling said pass band of said means for filtering.

This characteristic is advantageous especially in view of distribution of such a device to the general public. In fact, it should be able to operate in any geographic location, that is, regardless of the

frequency allocation in effect in the particular place. Moreover, this frequency allocation may vary over time, and it is desirable that the reamplifier be able to be adapted to these variations, otherwise it will become obsolete.

Furthermore, the user of the reamplifier may desire to receive one channel or another selectively, depending on his requirements, that his receiver be able to receive several channels alternatively, or that he be able to have several receivers, each capable of receiving different channels (for example a television receiver and a receiver of audio signals).

To do this, the means for control advantageously comprise means for programming the pass band of said means for filtering, so that said pass band corresponds essentially to at least one of said frequency bands of the input signal.

Preferably, said means for programming comprises means for storing at least two distinct pass bands, and said means for control comprise means for selecting at least one of said stored pass bands, said means of selection acting on the basis of a selection command from the outside.

It is therefore equally advantageous that the transfer function of the means of filtering be adjustable.

According to an advantageous embodiment of the invention, said means of filtering comprise at least one adjustable filter, the adjustment of said adjustable filter being controlled by said means of control.

In this way, the flexibility of control is very large.

According to another embodiment, said means of filtering comprise means of filtering selectively at least two distinct channels among said channels constituting said input signal.

Said filtering means advantageously comprise at least two filters, each of said filters providing filtering of a distinct channel.

In this case, each of said filters can be activated selectively, depending on said selection control.

Preferably, said outside selection control is generated by means of remote control.

Thus channel selection is especially simplified. No direct action on the reamplification device is necessary.

For even greater simplification, it is advantageous if said remote-control means generate a selection control controlling simultaneously said reamplification device and at least one receiver.

In this case, control of the reamplifier is completely transparent to the user. In fact, he operates his receiver in a conventional manner, with the aid of his remote control, to select a channel. At the same time, the remote control also transmits a command signal to the reamplification device. It can either act on the same signal, particularly in the case where the receiver, the remote control, and the reamplifier are

parts of the same system, marketed as a unit, or on two signals, adapted respectively to the receiver and to the reamplifier.

According to another specific embodiment, said means of remote control is integrated in one of said receivers, such that said receiver controls said reamplification device as a function of a channel selection previously carried out by a user at the level of the receiver.

In that case, the remote control of the user is conventional. It controls only the receiver. The latter comprises, on the other hand, its own means of remote control which controls the reamplifier.

According to the invention, the filtering means can be placed anywhere downstream and/or upstream of the reamplification means.

Thus, in a first embodiment, said means for filtering comprise means for downstream filtering, inserted between said means of reamplification and said means of retransmission. In this case the means for filtering filter not only the unnecessary channels, but likewise any disturbances introduced by the reamplification means.

In a second specific embodiment, said means of filtering comprise means of upstream filtering, inserted between said means of receiving and said means of reamplification. Thus the means of reamplification amplify only the useful signal, which permits the power to be limited.

Lastly, in a third advantageous embodiment, said device comprises means of downstream filtering and means of upstream filtering, which are preferably identical and controlled by a single control signal delivered by said means of control. The advantages of the first two embodiments are then combined.

According to a specific embodiment, said means of reamplification have an amplification gain on the order of 20 to 50 dB. More generally, this gain is determined in such a way that the reamplifier covers the desired space (for example, all of a residence). It can possibly be adjustable, depending on the particular requirements..

Moreover, said means for receiving an input signal can be connected, in particular, to at least one of the means belonging to the group consisting of:

- a cable broadcasting network;
- an exterior antenna;
- an integrated antenna.

The invention applies to receiving any type of digital signals capable of being received in the presence of echoes.

Thus certain channels can advantageously carry a signal consisting of a number of orthogonal carrier frequencies, each of said carrier frequencies being modulated selectively from a different series of data elements extracted in sequence of data elements representing digital source signal.

In particular, a COFDM signal can advantageously be involved.

Lastly, the invention is not limited solely to the reamplification device itself, but it likewise concerns a receiving system consisting of at least one receiver and at least one reamplification device. Other characteristics

- Figure 1 is an overall summary view of a broadcasting system for COFDM signals of known type;
- Figure 2 depicts the structure of the signal transmitted in the broadcasting system of Figure 1;
- Figure 3 is a schematic example of a single-frequency broadcasting network with a co-channel retransmitter, in which the receivers are capable of receiving signals transmitted by several sources;
- Figure 4 depicts the general principle of the invention, according to which a reamplifier retransmits a signal to at least one receiver;
- Figures 5 through 7 are summary diagrams of three feasible embodiments of the reamplifier of Figure 4, corresponding, respectively, to a reamplifier with upstream filtering, a reamplifier with downstream filtering, and a reamplifier with downstream and upstream filtering;
- Figures 8A through 8D depict four feasible configurations for the operation of systems consisting of receivers and reamplifiers;
- Figure 9 depicts a summary diagram of the control module of Figures 5 through 7;
- Figure 10 is an example of a filtering module of Figures 5 through 7;
- Figure 11 depicts an example of an input signal and an output signal, such that they can be received and transmitted, respectively, by the reamplifier of Figure 4.

Before presenting several preferred embodiments of the invention in detail, first will be recalled below the main characteristics of the COFDM broadcasting system, to which the invention advantageously applies.

It should be noted, however, that the invention is not limited in any case to this particular broadcasting system, which is depicted solely by way of example, but, on the contrary, it can be applied to all broadcasting systems capable of functioning in the presence of echoes.

Figure 1 is thus a summary diagram of a transmitting and receiving chain implementing the COFDM technique. The characteristics of this broadcasting system are described, in particular, in the

article "Principes de modulation et de codage canal en radiodiffusion numérique vers les mobiles," cited previously.

The COFDM digital broadcasting system is based on the joint use of a channel-coding device and modulation process for multiplexing orthogonal frequencies.

The channel coding implements a convolutive code.

The modulation process proper of this system permits problems connected with frequency selectivity of the channel to be eliminated. It consists of assuring the distribution of digital elements constituting a data signal in the frequency-time domain and of transmitting simultaneously a set of digital elements over several parallel broadcasting paths by means of a multiplex of frequencies using orthogonal carriers. In particular, this type of modulation permits preventing two successive elements in a data stream from being transmitted at the same frequency.

Thus the digital data source 11 to be transmitted is subjected to convolutive coding 12. The general principle of such a code is to associate each source value with a coded value depending on this source value and at least one of the values preceding it. From the fact of the connection created in this way between the coded values, it is then possible, upon decoding to reconstruct the sequence of source values even when a received coded value is false, with the aid of a Viterbi maximum-probability decoding with soft decisions (that is, decoding providing an estimation of the received value and a weighting that is representative of the confidence that can be assigned to this estimation).

Advantageously, an external code of the Reed-Solomon or CSRS (Cyclotomatically Shortened Reed-Solomon) type can be connected to the convolutive code.

The source data can certainly be of any type that involves audio signals, video signals, or data signals. They can also correspond to several sources having different origins, transmitted simultaneously. Thus, for example, patent application FR 90 16383, filed December 19, 1990, in the name of the same applicants as the present ones, proposes an organization of data into frames and channels permitting, in particular, simultaneous transmission of several channel sources (corresponding, for example, to stereophonic channels of several radio station), still or moving images, information of the teletext type, radio messaging signals, etc.

As has already been specified, the COFDM system is based on simultaneous use of several carrier frequencies transmitted simultaneously. The number N of carriers can be arbitrary. It is conventionally on the order of a few tens (it could also be on the order of a few units). Each of these carriers is modulated at a low power (with respect to the power necessary for a corresponding single-carrier system). This permits the effect of channel selectivity to be reduced.

The overall signal transmitted is therefore a broadband signal (occupying, for example, a band of a few megahertz). It should be noted that the COFDM signal in question corresponds here to a frequency channel of the input signal according to the invention. In other words, the input signal corresponds to a frequency multiplex consisting of several COFDM signals (and possibly other types of digital and/or analog signals).

The wide band of these signals is an advantage in the case of systems designed to make use of multiple paths, such as COFDM. In fact, because of the sampling of the response from a transmission channel, it is highly improbable that a deep fading would affect the entire signal simultaneously.

By way of example, in a frequency band of 8 Mhz, 512 carrier-frequencies can be defined, separated by 15,625 Hz. Of these, 448 are usable after elimination of the central frequency of the spectrum and side carriers (1/8 of the spectrum) to take into account the filtering constraints.

In the COFDM system, contrary to conventional methods of frequency multiplexing, the spectra of the various carriers overlap each other. However, the complete signal satisfies certain conditions of orthogonality, permitting separation of the information associated with the various carriers, for example by utilizing the technique of the Fourier transformation (as specified later below). In other words, the concept of orthogonality of carrier frequencies implies that the carrier spectra can overlap on the condition that when one of the spectra has its maximum power, that is, the specific frequency of the carrier corresponding to this spectrum, all other spectra have zero power. Decoding is therefore disturbed if this precise frequency is considered.

The interference between symbols introduced especially by the multiple paths at the time of transmission can weaken this orthogonality. To avoid this problem, a guard interval is inserted (during which no decoding takes place) between each transmitted symbol. The duration of this guard interval is chosen to be greater than the spread of the unit impulse response of the channel.

The coding module 12 supplies elements of coded data C_k 13 belonging to a modulation alphabet. The choice of alphabet specifies the type of modulation used. For example, for a modulation to 4 phase states (MDP4), the alphabet used is $\{1+I, 1-I, -1+I, -1-I\}$. Numerous other types of modulation can be utilized, such as MDP8 and 16QAM modulations or modulations by lattice coding according to the Ungerboeck method.

The coded data elements 13 are then subjected to a distribution operation 14 in the frequency-time domain, which consists of associating with each carrier frequencies data elements selected subsequently of coded data 13 so as to break, by mixing, the correlation of the distortions undergone by the transmitted samples. By "time-frequency domain," is understood a set of points distributed along two perpendicular axes, the time axis and the frequency axis. Along the frequency axis, as many points are

distinguished as there are carrier frequencies. Along the time axis, a point corresponds to the duration of a symbol.

For example, this distribution at least assures that two successive source data are not transmitted consecutively and/or at the same carrier frequency. More generally, the distance in the time-frequency domain between two successive coded data is at least such that statistical independence of these data is assured.

In practice, this distribution 14 in the time-frequency domain may correspond to an interlacing in time 14a consisting, for example, of the selective application of delays of different durations, followed by an interlacing as to frequencies 14b consisting in selectively affecting the delayed data elements on the various carriers.

Each carrier frequency is then modulated by the sequence of data elements C_k intended for it after the interlacing in time and in frequency 14. This modulation operation can then be performed by application of a rapid inverse Fourier transformation (FFT⁻¹) 16 to the sequence 15 of interlaced data elements supplied by module 14.

The inverse transformation module 16 supplies elementary modulation symbols 17 corresponding to simultaneous modulation of the N carrier frequencies, each intended to be transmitted during the time interval $T_s = t_s + \tau$, where t_s is the duration of the "useful" symbol on which the demodulation will be carried and where τ represents the duration of the guard interval (for example: $\tau = T_s/4$).

These symbols 17 are then transmitted, in conventional manner, with the aid of a conventional transmission module 18, which performs, in particular, the digital/analog conversion of symbols 17, then a transposition of the corresponding analog signal into the radio frequency domain.

Each transmitted symbol $x(t)$ can be written:

$$[equation] \quad \text{for } t, [0, T]$$

where $f_k = f_0 + k/t_s$

and with: N: number of carriers of the multiplex of orthogonal carriers;
 f_0 : arbitrary frequency;
 C_k : element of the modulation alphabet

The signal transmitted in a transmission channel 19 (generally having multiple paths) is received in receiving module 110, likewise conventional.

If the guard interval is longer than the impulse response of the channel, and if it varies slowly with respect to the duration T_s of a symbol (channel invariance during the duration of a symbol), each symbol received (not affected by intersymbol interference) can be put in the form:

[equation]

where H_K represents the response of the channel 19 to the frequency f_k .

In the receiving module 110, the received signal is demodulated on the channels in phase and in quadrature of a local transposition oscillator to the frequency $f_0 + 1/(2T)$ and sampled by an analog/digital converter at the rhythm of $1/T$, with $T = t_s/N$.

The signal 111 obtained is written:

[equation]

($n = 0$ to $n-1$)

This signal 111 is subjected to a transformation (FFT) 112, symmetrical to the inverse transformation 16. This transformation 112 supplies the following data 113:

[equation]

over the set $[(-1)^n z(nT)]_{n=0 \text{ to } N-1}$

These data 113 are then demodulated (114). The demodulation can be coherent or differential. In the case of a differential demodulation 114, and if we set:

$$Y_{j,k} = H_{j,k} \cdot C_j,$$

where the index j represents the time dimension, the demodulation consists of utilizing on row j a simplified estimator of the channel of row $j-1$:

$$H_{j,k} = Y_{j-1,k} / C_{j-1,k}$$

We therefore obtain the estimated data elements:

[equation]

These data elements 155 are then subjected to a de-interlacing module 116, which performs the inverse operations of module 14, so as to reconstitute the original order of the symbols, which are then directed to a decoding module 117, which performs a maximum-probability decoding *a posteriori*, such as a Viterbi coding with soft decisions.

In fact, in practice, noise always appears at the time of signal transmission. The received signal is therefore written

$$Y_{j,k} = H_{j,k} \cdot C_{j,k} + N_{j,k}$$

where $N_{j,k}$ is a complex Gaussian noise, each component of which has a variance $\sigma_{j,k}^2$.

The decoding according to the criterion of maximum probability *a posteriori* then consists of minimizing the expression

[expression]

The decoding module thus provides, after a possible decoding of the concatenated code if such a code has been applied to the transmission, the signal 118 corresponding to the source signal 11.

In the COFDM system, the symbols transmitted are advantageously organized into frames of symbols. Figure 2 shows, by way of example, such a structure. More specifically, Figure 2 shows a frame consisting of M successive symbols.

Each frame advantageously starts with three specific symbols, S1, S2, and S3, the role of which is defined in the following. It then comprises a certain number of useful symbols, S4 through SM, each including N modulated orthogonal carriers 21.

Symbol S1 is a null symbol, permitting, on the one hand, an analog synchronization to be performed, and, on the other, to bring about a spectral analysis of the broadcasting channel. Symbol S3 is a second synchronization symbol, consisting of a non-modulated multiplex of all carrier frequencies of a substantially constant envelope. More specifically, it permits carrying through more precisely the synchronization by analysis of the impulse response of the channel. The role and the method of realizing these symbols S1 and S2 are described in patent FR 88 15216, filed November 18, 1988, in the name of the same applicants.

These synchronization symbols are, of course, not obligatory with respect to the invention.

In regard to symbol S3, it is itself a symbol of wobble modulation, giving a phase reference for demodulation of each carrier of the following symbols when they are modulated differentially. If necessary, the frame can likewise be cut into channels (C_i, C_j), grouping, for example, a variable number of symbols.

Lastly, each symbol starts with a guard interval 22, during which no decoding is performed. This permits suppressing losses of orthogonality due to interference between symbols.

Thus, as already mentioned, COFDM system is conceptualized to operate in the presence of multiple paths. This advantageous characteristic permits single-frequency broadcasting networks to be implemented (as far as the frequency of the signal transmission is concerned).

Figure 3 shows schematically the principle of such single-frequency networks. In this figure two transmitters 31_A and 31_B are shown, having, respectively, geographic coverages 32_A and 32_B. It is understood that in reality the number of transmitters is much more important, and is selected so as to cover a given territory.

Conventionally, these coverages 32_A and 32_B have a zone of recovery 33, in which the signals transmitted by the two transmitters 31_A and 32_B can be received by a receiver 34. In the broadcasting systems currently implemented, it is necessary that each transmitter must have a distinct transmission frequency. Otherwise, the two signals received simultaneously by the receiver 34 would combine in a manner that cannot be interpreted.

On the other hand, in the case of the COFDM system, and more generally of any system capable of operating in the presence of echoes, all transmitters can use the same transmission frequency. In fact, the receiver 34 then interprets the contributions 38_A and 38_B from the two transmitters 31_A and 31_B received on its antenna 39 as natural echoes, which it knows how to utilize.

The two contributions 38_A and 38_B, according to the terminology used in the present application, correspond to two distinct transmission routes.

The principle of single-frequency networks thus comes down to generating active echoes (interpreted as natural echoes) starting from a set of transmitters distributed over a given territory. Beyond the obvious advantages provided by this technique, concerning especially the allocation of resources (assignment of a unique transmission frequency is sufficient, and the territory covered can be extended virtually indefinitely), it likewise appears advantageous in view of the receivers, since they generally take advantage of the presence of echoes.

Figure 3 also depicts another condition, in which this principle can be utilized advantageously, namely suppression of shadow zones. A shadow zone is a geographic zone 25 comprised in a territory 32, normally covered by a given transmitter 31_A, in which no signal is received. It can involve, for example a zone masked by the presence of a building.

In this case, a co-channel retransmitter 36 is used, which comprises a receiving antenna 37 (placed outside the shadow zone) and means for direct reamplification on the same frequency as the received signal, covering the shadow zone.

Again, in this case, there exist geographic spaces in which signals transmitted by several transmitters and/or retransmitters can be received simultaneously. It is therefore necessary that the receivers be capable of operating in the presence of echoes.

The device of the invention applies equally to this type of system. More specifically, it is based in part on a transposition of the technique of co-channel retransmitters to the home area.

Figure 4 depicts schematically, and with regard to the scales of the various elements, a residence 40, equipped conventionally with a receiving antenna 41, placed on the roof of the residence (this antenna can, of course, likewise be installed in an attic or any other adequate location).

Still in a conventional manner, this antenna 41 is connected to a wall antenna jack 42 (or several jacks in the case of large residences and apartment communities), by means of a coaxial cable 43, which is attached along the walls or circulates inside these walls.

Such installations exist in most residences. The invention utilizes these existing means advantageously, so that no particular infrastructure is necessary. In this way, the cost of implementing the invention remains limited to the cost of the reamplification device (or reamplifier).

This device 44 is therefore depicted in the form of a module that can be of much smaller size. It is connected to the wall jack 42 by means of a coaxial cable 45. In another embodiment, it is of sufficiently limited size and weight that it can also be connected directly to the jack 42.

As will be described in more detail in the following, the reamplifier 44 comprises means for reamplifying and filtering. The signal 48 received by the antenna 41 is therefore filtered and reamplified, then retransmitted (46) to the interior of the residence 40 by means of a transmitting antenna 47 (the reamplifier can possibly comprise several antennas, especially to benefit from the phenomenon of spatial diversity). This antenna 47 can be either external to the reamplifier box 44 (as shown), integrated into this box, or even in another location. This last solution permits the reamplification box 44 to be hidden (for example, behind or in a piece of furniture), only the transmission antenna 47, connected by cable to the box, then remaining visible).

The television receiver 49₁, equipped with an autonomous receiving antenna 410 (integrated into the receiver or external to it), receives the retransmitted signal 46, from which the images can be reconstructed.

The antenna 410 can certainly also receive the same signal 411 from the outside (generally strongly attenuated and therefore insufficient to be used alone). In most cases, the two contributions 411 and 46 are slightly shifted in time with respect to each other. It is therefore necessary that the receiver 49 be capable of operating in the presence of echoes.

One of the advantages of the technique of the invention is that several receivers 49₁ and 49₂ can receive simultaneously the same signal 46, when it is broadcast. On the other hand, conventional systems need a distinct cable connection for each receiver. In the case where the reamplifier 44 is equipped to feed several receivers (for

example a living-room receiver 49₁ and a portable receiver 49₂), the retransmitted signal 46 advantageously comprises several channels.

It is then possible to provide in the reamplifier 44 means for programming, permitting its own command signals 83_B to be adapted to those 83_A of the receiver.

Although the example shown corresponds to the case of a signal 48 received on an exterior receiving antenna 41, the invention is not limited to this application. In particular, the jack 42 to which the reamplifier 44 is connected can likewise be a connection jack to a cable broadcast network. For certain applications, the reamplifier 44 can also have its own receiving antenna.

Numerous modes of operation of the system formed by at least one reamplifier and at least one receiver can be envisioned. By way of example, Figures 8A through 8D show four possible configurations.

The examples of Figures 8A and 8B can correspond, in particular to the case where the reamplifier 44 is marketed as a unit independent of and separate from the receiver. In this case it is desirable that the reamplifier is capable of retransmitting several channels so as to be able to supply several receivers with distinct channels.

Fig. 8C and 8D can correspond to those in the case where a receiver-amplifier is marketed together. In this instance the reamplifier can only retransmit a single channel, and several reamplifiers (one for each receiver) may coexist.

The embodiment of Figure 8A corresponds to the particularly simple case of a reamplifier 44 equipped with means 81_A through 81_C for regulating the pass band (or transfer function, or even extensive filtering) of the means of filtering described in the following. From the user's point of view, it can conventionally involve regulating potentiometers. For example, three potentiometers 81_A through 81_C can permit three pass bands to be defined, each corresponding to one channel.

Once the pass-band regulation (that is, the definition of the desired pass band) has been completed, the reamplifier 44 transmits permanently the signal 46 consisting of three (the number, of course, being given only by way of example) channels to the set of receivers 49₁ and 49₂ in the residence.

Each receiver 49₁ extracts from the signal 46, in a conventional manner, the channel that is desired.

Control of the pass band is fixed, and it is only modified when the channel allocation varies (either when reallocation of the channels is decided on or when the reamplifier is transported to a geographic zone where the channel allocation is different).

Figure 8B corresponds to an improvement of the system in Figure 8A. In fact, the reamplifier 44 is controlled by a remote control 82, which can offer at least the following controls, in particular:

- starting or stopping the reamplifier. In fact, it is not necessary that the reamplifier transmits when no receiver is in operation;
- selection of channels to be transmitted. In this case several pass bands have been programmed, corresponding to different channels, and the remote control permits selection of the desired channel(s), depending on requirements;
- programming of channels. This function can, in fact, possibly be realized by means of remote control;
- controlling the transmission power.

Preferably, the remote control 82 is conceptualized in such a way as to have sufficient power to operate throughout the whole residence.

In the case of Figure 8C, the system consisting of a reamplifier 44 and a receiver 49₁ is controlled by a single remote control 82, which transmits, on the one hand, a signal 83_A to the receiver 49₁ (for the conventional receiver functions), and, on the other hand, a signal 83_B to the reamplifier 44 (for the functions listed above).

Advantageously, for the common functions (start/stop and channel selection), the same control may be involved. It is also possible to provide means for programming in the reamplifier 44, permitting its own control signals 83_B to be adapted to those 83_A of the receiver.

Figure 8D depicts yet another configuration, in which the receiver 49₁ is controlled by a remote control 82. Depending on the command 83_A transmitted by the remote control 82, the receiver transmits a remote-control signal 84 to the reamplifier 44, by means of an internal remote control 86.

In this embodiment, the signal 84 is preferably transmitted with sufficient power to have a range throughout the residence. This power will therefore generally be greater than that of signal 83_A. In fact, in principle, the remote control 82 is in direct full sight of the receiver 49₁.

Although only one receiver is shown in Figures 8C and 8D, it is clear that several receivers can be supplied. Several remote controls (in the case of Figure 8C) and/or several receivers (in the case of Figure 8D) can selectively control the same reamplifier 44.

Moreover, the reamplifiers 44 can transmit several channels, to feed either several receivers or a receiver capable of making use of several channels simultaneously.

As has already been mentioned, one of the essential characteristics of the invention is that the retransmitted signal 46 does not correspond completely to the received signal 48. In fact, the received signal 48 consists conventionally of a number of distinct channels, distributed as to frequencies. On the other hand, signal 46 comprises only a reduced number of frequency channels, selected from the available channels.

This selection, which corresponds in fact to a filtering of the signal consisting of a plurality of channels, permits the retransmitted signal 46 to be limited to what is strictly necessary, thus limiting the radiofrequency pollution (in general, for a single receiver and in the case of a signal with N channels, only the N channels are received and made use of. Consequently a portion equal to $(N-1)/N$ of the received signal is unnecessary, etc.)

A frequency channel corresponds, in the case of a COFDM system, to a COFDM signal consisting of a number of carrier frequencies, as shown in Figure 2. The input signal according to the invention can then comprise N COFDM signals distributed as to frequency, corresponding to as many frequency channels.

However, the channels do not obligatorily consist of COFDM signals. All types of signals, analog or digital, can be multiplexed as to frequency. However, the system of the invention will be effective only for channels carrying signals coded in such a way that the receivers can operate in the presence of echoes, as has already been described.

The concept of frequency channel should, of course, not be mistaken for the notion of time channel, which has the feature of time cutting a frame of a COFDM signal, shown in Figure 2. In the following the term "channel" will designate a frequency channel.

Figure 11 shows the principle of the invention schematically. The signal 54 received by the reamplifier consists, for example, of seven frequency channels (or frequency bands) 111₁ through 111₇ (in practice, the number of channels will generally be much larger). Among these seven channels, only three of them (111₂, 111₅, and 111₆) are capable of being used. Consequently, the reamplifier performs a filtering of the signal 54, to supply the filtered signal 55, which consists solely of the frequency bands 112₁, 112₅, and 112₆, corresponding essentially to channels 111₁, 111₅, and 111₆ of the input signal.

Three embodiments will now be described that can be envisioned for the reamplifier of the invention, corresponding, respectively to Figures 5 through 7.

In a general manner, a reamplifier comprises, on the one hand, means for reamplification 51, and, on the other hand, according to the invention, means for filtering 52, 53. However, the position of the means of filtering may vary. More specifically, they can be placed:

- upstream from the means for reamplification 51 (Fig. 5);
- downstream from the means for reamplification 51 (Fig. 6);
- downstream and upstream from the means for reamplification 51 (Fig. 7).

In all cases, the reamplifier receives an input signal 54 consisting of N channels (represented by a heavy arrow) and retransmits an output signal 55, which comprises only a limited number of channels (thin arrow), with the aid of the transmitting antenna 56. For example, N is conventionally on the order of 40. In the following, we consider that only one channel is retransmitted. The generalization is easy.

The embodiment shown in Figure 5 will now be presented more specifically. Conventional means 50 for receiving (antenna, connection to an outside antenna or to a cable network, etc.) providing a received signal 54 consisting of N channels, is directly transmitted to a reamplification module 51, which supplies a reamplified signal 57, likewise consisting of N channels.

This reamplification module 51 can be of any known type compatible with the frequency of the received signal 54. For example, it has an amplification gain on the order to 20 to 50 dB, or less. This gain, which can be fixed or adjustable, will be determined in such a way as to cover the desired space. In a specific embodiment, this gain can be controlled, for example by means of a remote control.

Signal 57 is then transmitted to an upstream filtering module 52, the pass band of which corresponds essentially to the frequency band of one of the channels, so that the retransmitted signal 55 consists of only one channel.

This filtering module 52 can be of any adequate type. It will preferably have a significant rejection, so as to limit radio frequency pollution.

In a simplified embodiment, this filtering module 52 can have a fixed transfer function, in particular if the frequencies of the channels are locked and fixed, and if the receiver is only capable of receiving a single channel.

However, in practice, it is probable that the channel allocation will vary, either in time or in space. More specifically, reallocations can be made from time to time (depending on technical developments or programs). Similarly, frequency allocations can vary geographically (especially on the scale of a country or a continent). The home reamplifier being intended to be produced in large quantities and distributed over large territories, it is desirable that the transfer function of the means for filtering be tunable.

Moreover, the reamplifier may be used for feeding a receiver capable of receiving selectively several channels or for feeding several receivers, each corresponding to a specific channel. Again, in this case, the transfer function must be adjustable.

The reamplifier thus comprises advantageously a module 58 for filtering control, controlling the filtering module 52 with the aid of a control 59.

Figure 9 shows an example of a feasible structuring of the control module 58, including, on the one hand, means 91 for programming and, on the other hand, selection means 92.

The means 91 for programming are controlled by a programming control 93, resulting, for example, by means of regulation 81_A through 81_C of Figures 8A through 8D. Thus the means 91 for programming memorize in the storing means 96 the pass band(s) corresponding to one or more channels, in a fixed manner (until the allocation is modified).

The selection means 92 receive the selection control 94 transmitted, for example, by the remote control 82. These selection means 92 then control the means 91 for programming with the aid of control 95, so that they generate the tuning control 59 corresponding to the selected channel.

Several embodiments can be envisioned. For example, the filtering module 52 can be a tunable filter, and control 59 acts on the filter tuning.

In another embodiment, module 52 may consist of a plurality of filters 101₁ through 101_M, as shown in Figure 10. Each filter 101₁ through 101_M has a distinct pass band, possibly programmed by programming control 93.

Control 95 transmitted by the means 93 for selection acts on selectors 102₁ to 102_M in such a manner that one or more filters are activated. Thus signal 103 comprises only the channels filtered by the filters associated with the selectors that are closed.

Figure 6 shows another embodiment of the invention, in which the means for filtering consists of the filtering module 53 placed downstream from the reamplification module 51.

This downstream filtering module 53 is of the same type as the upstream filtering module 52 described above. It is fed by the received signal 54 comprising N channels, and supplies a filtered signal 511, consisting of a single channel, to the reamplification module 51. The reamplified signal 55 is then retransmitted directly with the aid of the antenna 56.

The advantage of this second structure is that the reamplification module only has to amplify the useful signal (one or a few channels) and not the N channels. This permits the power of the amplifier to be limited in an important manner, and therefore its cost and power consumption. Thus, in the case of a received signal of 40 channels, the power gain is on the order of 16 dB.

In contrast, it is necessary that the amplifier 51 be perfectly linear, in order for the signal 53 intended to be retransmitted not to have a wider spectrum than the bandwidth of the channel to be retransmitted, because of the fact of the insertion of the reamplified signal into it.

The filtering-control module 58 is identical to that of Figure 5.

Figure 7 shows a third preferred embodiment of the invention, which comprises simultaneously an upstream filtering module 52 and a downstream filtering module 53.

The received signal 54 is therefore first filtered by downstream filtering module 53 to deliver to the amplification module 51 a signal 511 including only one frequency channel. In other words, this downstream filtering module 53, which is identical to that of Figure 6, permits isolating the useful signal 511 in the received signal 54 to be amplified.

The amplification module 51 likewise corresponds to that of Figure 6. Its power is determined so as to be sufficient for the single channel to be received after transmission in one or more rooms of a residence.

The amplified signal 512 is then filtered again by the upstream filtering module 52 (identical to that of Figure 5), which suppresses the unnecessary terms appearing at the time of the amplification, for example due to the fact of the intermodulation. Lastly, the amplified and filtered signal 55 is retransmitted with the aid of the antenna 56.

In the case where the filtering modules 52 and 53 are adjustable, the device will preferably comprise a single filtering-control module 58 driving the two filtering modules simultaneously. Advantageously, these two modules 52 and 53 are identical (at least in regard to controlling their adjustment). Thus control module 58 for the purpose of filtering generates a single control 59, directed simultaneously to the two filtering modules.

Moreover, the invention is not limited to the broadcasting of television signals. It can likewise be used for broadcasting audio or data signals.

Similarly, it can find application in local broadcasting other than home. For example, it can be implemented in conference halls when these are equipped with numerous television screens.

CLAIMS

1. A reamplification device (44) of the type including means (5) for receiving an input signal (54), means (51) for reamplification, and means (56) for retransmitting a reamplified output signal (55) to at least one receiver (49₁, 49₂),

said input signal (54) consisting of at least two distinct channels, each of said channels corresponding to a distinct frequency band (111₁ through 111₇), the device being characterized in that it comprises means (52, 53) for filtering, said means (52, 53) for filtering having a pass band (112₁, 112₅, 112₆) corresponding substantially to at least one of said input- signal frequency bands (111₁, 111₅, 111₆), so that said output signal (55) consists of at least one channel extracted from among said channels constituting the input signal (54).

2. A device according to claim 1, characterized in that it comprises means (58) for controlling said pass band of said means (52, 53) for filtering.

3. A device according to claim 2, characterize in that said means (58) of control comprise means (91) for programming the pass band of said filtering means (52, 53), so that said pass band corresponds substantially to at least one of said frequency bands of the input signal.

4. A device according to claim 3, characterized in that said means (91) of programming comprise means (96) of storing at least two distinct pass bands and that said means (58) of control comprise means (92) of selecting at least one of the stored pass bands, said selection means (92) operating depending on an external selection control (510; 94).

5. A device according to any of claims 2 through 4, characterized in that said means (52, 53) for filtering comprise at least on tunable filter, the tuning of said tunable filter being controlled by said means (58) for control.

6. A device according to any of claims 2 through 5, characterized in that said external selection command (510; 94) is generated by means (82, 86) for remote control.

7. A device according to claim 6, characterized in that said means (82) for remote control generate a selection control (83_A, 83_B) that controls simultaneously said reamplification device (44) and at least one receiver (49₁).
8. A device according to claim 6, characterized in that said means (86) for remote control are integrated in said receivers (49₁) in such a manner that said receiver (49₁) controls said reamplification device (44) depending on a channel selection (83_A) made previously by the user.
9. A device according to one of claims 1 through 8, characterized in that said means (52, 53) for filtering comprise means (101₁ through 101_M) for filtering selectively at least two distinct channels among said channels constituting said input signal (54).
10. A device according to claim 9, characterized in that said means (52, 53) for filtering comprise at least two filters (101₁ through 101_M), each of said filters (101₁ through 101_M) ensuring filtering of a distinct channel.
11. A device according to claim 10, characterized in that each of said filters (101₁ through 101_M) can be activated selectively, depending on said selection control (95).
12. A device according to one of claims 1 through 11, characterized in that said means (52, 53) for filtering comprise downstream means (52) for filtering inserted between said means (51) for reamplification and said means (56) for retransmission.
13. A device according to any of claims 1 through 12, characterized in that said means (53, 53) for filtering comprise upstream means (53) for filtering, inserted between said means (50) for receiving and said means (51) for reamplification.
14. A device according to claims 12 and 13, characterized in that said downstream means (53) for filtering and said upstream (52) means for filtering are identical and are controlled by a single control signal (59) delivered by said means (58) for control.

15. A device according to one of claims 1 through 14, characterized in that said means (51) for reamplification has an amplification gain on the order of 20 to 50 dB.

16. A device according to any of claims 1 through 15, characterized in that said means (50) for receiving an input signal (54) is connected to at least one of the means belonging to the group comprised of:

- a cable broadcasting network;
- an outside antenna (41);
- an integrated antenna.

17. A device according to any of claim 1 through 16, characterized in that at least one of said channels carries a signal consisting of a plurality of orthogonal carrier frequencies (21) each of said carrier frequencies being selectively modulated by a distinct series of data elements extracted in a sequence of data elements representative of a digital source signal.

18. A device according to claim 17, characterized in that at least one of said channels carries a COFDM signal.

19. A system for receiving a digital signal, characterized in that it comprises at least one reamplification device (44) according to one of claims 1 through 18 and at least one receiver (49₁, 49₂) supplied by said output signal (46, 55) retransmitted by said reamplification device (44).

Codage convolutive
Entrelac. temporel
Entrelac. frquential
Répartition dans l'espace F-T
F.F.T.-1
Emission
Décodage de Viterbi
Désentrelac.
Démodulation différentielle
F.F.T.
Réception

Convolute coding
Time interlacing
Frequency interlacing
Distribution in the frequency-time domain
Inverse Fourier transformation
Transmission
Viterbi decoding
De-interlacing
Differential demodulation
Fourier transformation
Reception

Fig. 1

AMPLIFICATION
FILTRAGE AMONT
CONTROL FILTRAGE

AMPLIFICATION
UPSTREAM FILTERING
FILTERING CONTROL

Fig. 5

AMPLIFICATION
FILTRAGE AMONT
CONTROL FILTRAGE

AMPLIFICATION
DOWNSTREAM FILTERING
FILTERING CONTROL

Fig. 6

FILTRAGE AMONT

UPSTREAM FILTERING

AMPLIFICATION
FILTRAGE AVAL
CONTROL FILTRAGE

AMPLIFICATION
DOWNSTREAM FILTERING
FILTERING CONTROL

Fig. 7

PROGRAMMATION
MEM.
SELECTION

PROGRAMMING
MEMORY
SELECTION

Fig. 8D

FILTRE

FILTER

Fig. 10

SEARCH REPORT

National Registration Number
FR 9213511
FA 480866

Established on the basis of the last claims
filed before search was started

Relevant Documents

Category	Identification of Documents with specification, where required of critical parts	Re Claim	Classification assigned to invention by INPI
X	EP 0 342 858 (SHIMUZU CONSTRUCTION CO.,LTD.) * page 3, column 3, line 28 – column 4, line 14; figures 1, 2 *	1, 2, 9, 12, 19	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol 013, No. 147 (E-741) 11 April 1989 & JP A 63 308 421 (HITACHI LTD ET AL.) * Abstract *	1, 16	
D, A	EBU REVIEW – TECHNICAL No. 241, JUNE 1990, BRUSSELS BE pages 82 – 94 P. A. RATLIFF "the convergence of satellite and terrestrial system approaches to digital audio broadcasting with mobile and portable receivers" * the entire document *	17, 18, 19	
D, A	EBU REVIEW – TECHNICAL No. 224, August 1987, BRUSSELS BE pages 168 – 190 M. ALARD ET R. LASSALLE ' Principles of modulation and channel coding for digital broadcasting for mobile receivers' * the entire document *	17, 18	

Searched Fields
(Int. Cl. 5)

H04 H
H04B
H04L

Search completed
30 JULY 1993

Examiner
GASTALDI G. L.

Category of cited documents

A background technology
D cited in the application
X particularly relevant by itself

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.